



UNIVERSITY OF LUND

LUND INSTITUTE OF TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF TRAFFIC PLANNING AND ENGINEERING

1975

BULLETIN 10

ARNE HANSSON

STUDIES IN DRIVER BEHAVIOUR, WITH APPLICATIONS
IN TRAFFIC DESIGN AND PLANNING, TWO EXAMPLES

BILAGA 1 BILISTERS VÄGVAL I TÄTORTER



TRAFIKTEKNIK
TEKNISKA HÖGSKOLAN I LUND
FACK 725
S-220 07 LUND SWEDEN

**STUDIES IN DRIVER BEHAVIOUR, WITH APPLICATIONS IN TRAFFIC DESIGN
AND PLANNING. TWO EXAMPLES.**

BILAGA 1

Bilisters vägval i tätorter

Route choice in urban areas

Arne Hansson



STATIONER IN CHIEF, BUREAU OF LANDS, DEPARTMENT OF THE INTERIOR,
WASHINGTON, D. C.

RECEIVED 1892

RECEIVED 1892

RECEIVED 1892



FÖRORD

Föreliggande rapport utgör en bilaga till huvudrapporten "Studies in driver behaviour, with applications in traffic design and planning. Two examples", Trafikteknik, Tekniska Högskolan i Lund Bulletin nr 9 1975.

I denna bilaga redovisas ett fristående forskningsprojekt, avseende bilisters val av färdväg mellan bestämda start- och målpunkter i en tätort. På grundval av tidigare studier formuleras hypoteser avseende olika faktorerers inverkan samt konstrueras en modell för färdvägsvalet i beteendetermer. Modellen, jämte de hypoteser på vilken den baseras, testas med ett datamaterial som insamlats vid intervjuundersökningar i Malmö och Lund. Mot bakgrund av de erhållna resultaten granskas olika tillämpningar av vägvalsmodeller inom trafikprognostekniken.

Det här beskrivna projektet har utförts på uppdrag av och med stöd från Statens Transportforskningsdelegation, under åren 1973 - 1974. Handledare och ansvarig projektledare har varit professor Gösta Lindhagen. Värdefull hjälp har också erhållits från övriga verksamma vid institutionen från Trafikteknik, LTH, från personal vid institutionen för Matematisk Statistik, Lunds Universitet, samt från de kommuner och företag som medverkat vid genomförandet av fältundersökningarna.

Malmö i juli 1975

Arne Hansson

INNEHALLSFÖRTECKNING

BETECKNINGAR	i
SAMMANFATTNING	ii
SUMMARY	iii
1. BAKGRUND, SYFTE OCH OMFATTNING	1
2. TEORI OCH FRÅGESTÄLLNINGAR	4
2.1 Vägvalsberäkningarnas roll i planerings- och prognosprocessen	4
2.2 Tidigare vägvalsundersökningar	6
2.3 Ansats till en vägvalsmodell	12
2.3.1 Teoretiska krav på en vägvalsmodell	12
2.3.2 En modell för valbeteendet	16
2.3.3 Generalisering till nätutläggningsproblemet	23
2.3.4 Sammanfattning av ställda hypoteser	25
3. VÄGVALSUNDERSÖKNING	27
3.1 Val av undersökningsmetod	27
3.1.1 Metoder för insamling av vägvalsdata	27
3.1.2 Metoder för attitydmätningar	28
3.1.3 Slutsatser för den aktuella undersökningen. Intervjuformulär	30
3.2 Val av undersökningspopulation	33
3.3 Genomförande av intervjuundersökningen	34
3.4 Undersökning av väg- och trafikkaraktäristika	35
3.4.1 Insamling av väg- och trafikdata	35
3.4.2 Kalibrering av väg- och trafikdata	38
3.5 Bearbetningsmetoder	43
3.5.1 Statistiska metoder	43
3.5.2 Databehandlingsmetoder	46
3.6 Beskrivning av insamlade data	48
3.6.1 Intervjupopulationen	48
3.6.2 Väg- och trafikdata	48
3.6.3 Slutsatser med hänsyn till undersökningens representativitet och tillförlitlighet	49

4. ANALYS, VÄGVALSMODELL	52
4.1 Frekvens av alternativa vägval, samt anledningar till val av alternativ väg	52
4.2 Olika faktorerers inverkan på valet av färdväg. Översiktlig analys	55
4.3 Inverkan av personuppgifter och färdkaraktäristika	58
4.4 Inverkan av attityder till olika väg- och trafikkaraktäristika (preferenser)	59
4.5 Inverkan av subjektiva skattningar av väg- och trafikkaraktäristika	66
4.6 Samband mellan vägval och väg- och trafikkaraktäristika	71
4.6.1 Översikt. Val av ansatser	71
4.6.2 Modeller för två färdvägsalternativ	73
4.6.3 Modeller för flera färdvägsalternativ	75
4.7 Validering av vägvalsmodell	80
4.8 Slutsatser	83
5. TILLÄMPNINGAR AV RESULTATEN	85
5.1 Trafikprognoser i samband med översiktlig planering	85
5.2 Trafikprognoser för detaljplanering	88
5.3 Dimensionering	89
LITTERATURFÖRTECKNING	90
APPENDIX 1. Exempel på formulär från besöksintervjuer	
2. Urval för intervjuundersökning	
3. Beskrivning av intervjupopulationen	
4. Beskrivning av kodade länkar	
5. Modeller för val mellan två färdvägar	
6. Definition av använda väg- och trafikkaraktäristika	

BETECKNINGAR

i	färdvägsalternativ
n	antal färdvägsalternativ
p_i	andel trafikanter som föredrar alternativ i
A_i	attraktion
c_i	färdmotstånd (objektivt, konstant)
C_i	färdmotstånd (subjektivt, stokastiskt)
a_k	vikt, värdering av en karaktäristika j (konstant)
A_k	d:o (stokastisk)
x_{ik}	mått på karaktäristika för alternativ i (objektivt, konstant)
X_{ij}	d:o stokastiskt
q	flöde
t, T	färddtid
d, D	fördröjning (i korsning)
B	belastningsgrad

Variabler som endast användes tillfälligt definieras i texten.

Använda mått på speciella väg- och trafikkaraktäristika definieras i APPENDIX 6.

SAMMANFATTNING

Modeller för bilisters val mellan alternativa färdvägar utnyttjas främst i det s k nätutläggningsmomentet vid trafikprognoser i samband med översiktlig planering, men kan också tänkas tillämpade vid detaljplanering och dimensionering.

För att kunna motivera kraven från nya planerings- och prognosmetoder bör dessa vägvalsmodeller baseras på en konsistent teori för valbeteendet. Syftet med den föreslagna studien är att föreslå en sådan teori, samt att med denna som utgångspunkt utveckla och testa praktiskt tillämpliga vägvalsmodeller.

På grundval av ett material omfattande 691 besöksintervjuer i Malmö och Lund granskas olika hypoteser avseende orsaker till vägvalet. Det visas att vägvalet kan beskrivas som beroende av dels bilisters värderingar av olika standardfaktorer i vägnätet, dels hans subjektiva uppfattning om t ex skillnader i färdtider mellan alternativa färdvägar. Vägvalet visas också, för de studerade förhållandena i vägnät utan egentliga kapacitetsproblem, vara en för individen stabil företeelse som sällan omprövas.

En stokastisk modell förordas för beskrivning av vägvalet, enligt vilken andelen trafikanter längs en färdväg beräknas som sannolikheten att den har ett lägre färdmotstånd än övriga färdvägsalternativ. Olika ansatser för färdmotståndet testas, varvid det visas innebära en väsentlig förbättring att förutom färdtid och väglängd också beakta ett antal andra variabler vilka av trafikanten upplevs som väsentliga standardfaktorer.

SUMMARY

Presently, route choice models are mainly used in the assignment phase of comprehensive planning schemes, although they could be of value also in small area planning, traffic control and even design.

In order to meet the demands of these new applications and of new planning and forecasting methods, route choice models ought to be based on a consistent theory of choice behaviour. The purpose of this study is to suggest such a theory, and with this as a base develop and test route choice models for practical applications.

Using data from 691 home interviews in two Swedish cities, different hypothesis concerning reasons for route choice are investigated. It is shown that this choice can be said to be dependent on the evaluations of certain standard factors in the road network, and on the estimates of such measures as, for example, travel time differences. It is also shown that, for the individual driver and in net-works without capacity restraints, the choice of route is relatively stable and rarely subject to reexaminations.

To describe choice, a stochastic model is recommended according to which the choice frequency is computed as the probability of lowest resistance. Different measures of resistance are tried, and the inclusion of more factors than travel time and trip length only is shown to mean significant improvements.

1. BAKGRUND, SYFTE OCH OMFATTNING

Metoder för beräkningar av vilka biltrafikmängder, som under givna förutsättningar kan förväntas utnyttja olika delar av ett befintligt eller planerat trafikledsnät, utgör oundgängliga hjälpmedel inom trafikplaneringen. Sådana beräkningar erfordras inom översiktlig planering t ex för att evaluera framtida effekter av alternativa bebyggelseplaner och alternativa trafiksystem, och inom detaljplanering t ex för att uppskatta effekterna av olika tänkbara regleringsåtgärder i ett befintligt nät.

Vid trafikprognoser i samband med översiktlig planering för en tätort beräknas vanligen först, i ett eller flera steg, trafikmängder mellan olika delområden av denna tätort. Fördelningen av de så erhållna biltrafikmängderna på vägnätet genomförs därefter som ett fristående arbetsmoment. Härvid erfordras antaganden om vilka färdvägar mellan de olika delområdena som föredrages av bilisterna, av det som regel väsentligt större antalet möjliga vägar. Detta s k nätutläggningsmoment svarar för en betydande del av kostnaderna för en trafikprognos och bidrar inte sällan med de största felen i slutresultatet, förväntade trafikmängder på olika delsträckor. Som skall visas kan denna felkälla till icke ringa del tillskrivas alltför grova felaktiga antaganden om hur bilister väljer mellan alternativa färdvägar.

För trafikplanering i mindre skala och med kortare tidsperspektiv, som vid trafikreglering eller vid dimensionering av enskilda trafikleder eller trafikplatser, är noggrannhetskraven större och förutsättningarna mer detaljerade än vid beräkningar i samband med översiktlig planering. En utbildad praxis för trafikmängdsberäkningar under dessa förutsättningar saknas idag, men ofta används samma metoder för nätutläggning som inom översiktsplaneringen. På grund av bristen på adekvata metoder kan också misstänkas att beräkningarna ofta, och ibland säkert med rätta, ersätts av subjektiva uppskattningar. En utveckling av beräkningsförfaranden, avseende trafikströmmarnas omfördelning vid förändringar i ett befintligt trafikledsnät, synes vara angelägen och ställer särskilda krav på en modell som beskriver bilisters vägval.

Förutsättningarna för nätutläggningen i en prognosberäkning utgörs oftast av resultaten av ett antal tidigare beräkningsmoment. Kraven på resultatet av nätutläggningen, avseende t ex noggrannhet och detaljeringsgrad, dikteras i sin tur av den planeringsuppgift för vilken prognosen görs. Den vägvalsmodell, som ligger till grund för nätutläggningsförfarandet, måste vara förenlig med dessa krav och förutsättningar. Såväl prognos, som planeringsmetoder förändras emellertid ständigt. Även trafiken och trafiksystemen förändras, vad avser biltrafiknäten t ex i riktning från föga differentierade, rutnätsbetonade strukturer mot starkt differentierade, hierarkiska nät samt mot högre former av reglering.

För att kunna möta dessa förändringar bör en vägvalsmodell ha en flexibilitet och en förklaringsgrad, som endast kan uppnås om modellen så långt möjligt baseras på en teori för trafikanternas beteende. En sådan teori för valbeteende är sedan länge under utveckling, främst inom andra avsnitt av trafikprognostekniken.

Modeller med sådana anspråk på förklaringsgrad låter sig sällan komprimeras i enkla matematiska uttryck. För praktiskt bruk inom prognostekniken begränsas i verkligheten modellens möjliga komplexitet starkt av tillåtna beräkningskostnader och av datorernas kapacitet. Dessa begränsningar nödvändiggör långtgående approximationer, vilkas innebörd emellertid endast kan bedömas mot bakgrund av en mer fullständig modell. Valet av lämplig approximation kan därvid tolkas som ett optimeringsproblem med givna randvillkor avseende kostnad, noggrannhet, tillgängliga ingångsdata etc. Dessa randvillkor är normalt olika för olika tillämpningsområden.

Mot bakgrund av ovanstående kan syftet med den här företagna studien sägas vara i första hand att utveckla och testa en modell för bilisters val av färdväg mellan givna punkter, så långt möjligt baserad på en teori för trafikantbeteendet, samt i andra hand att med ledning av denna modell granska sådana beräkningsmetoder, vika utnyttjar hypoteser om bilisters vägval.

Studien har vad avser företagna fältundersökningar begränsats till förhållanden i medelstora tätorter utan väsentliga kapacitetsproblem. I övrigt har inte avsiktligt gjorts andra begränsningar än de

som betingats av tillgängliga undersökningsresurser. Dessa har främst påverkat urvalets storlek för fältundersökningen samt möjligheten att utveckla och praktiskt testa alternativa metoder för nätutläggning.

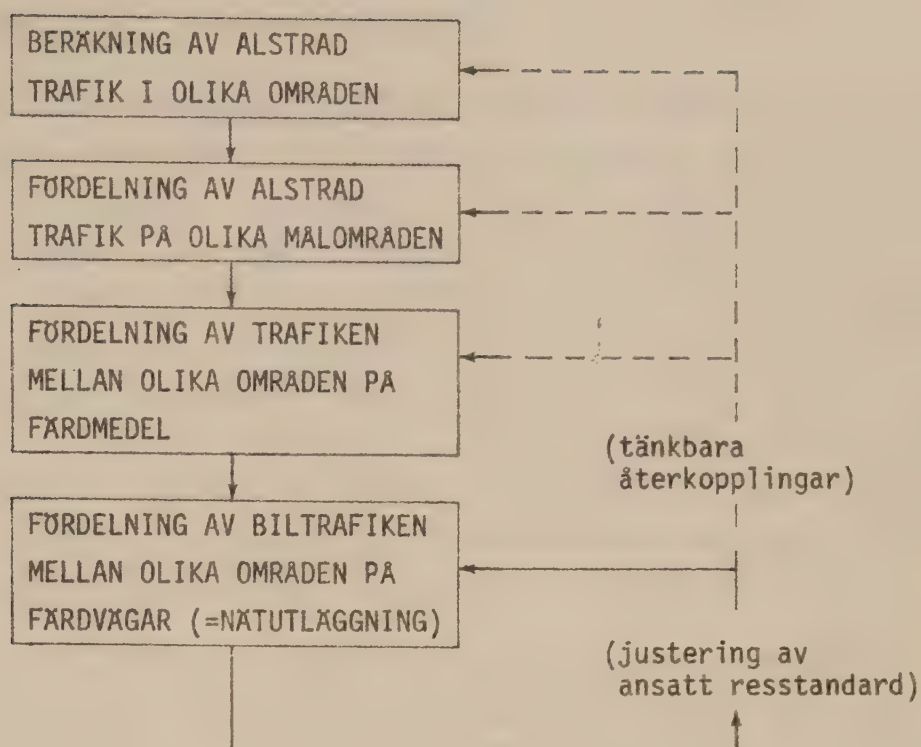
2. TEORI OCH FRÅGESTÄLLNINGAR

2.1 Vägvalsberäkningarnas roll i planerings- och prognosprocessen

Med trafikprognosberäkningar förstås här allmänt beräkningar av sannolika trafikmängder, i syfte att beskriva de konsekvenser dessa medför i en aktuell planeringsuppgift. En sådan konsekvensbeskrivning, för ett eller flera planalternativ, är alltid önskvärd oavsett graden av styrning i planeringsprocessen. Även med en starkt normativ planeringsmodell, där t ex biltrafikutvecklingen avsiktligt begränsas till en given nivå till fördel för andra samhällsmål, erfordras beräkningar av vilka åtgärder som behövs för att nå denna nivå och av den "kostnad" (eller nyttominskning) för bilisterna dessa åtgärder medför.

Varje planeringsuppgift kan beskrivas, mer eller mindre direkt, som avseende ett val mellan alternativa utformningar av t ex ett trafiksystem. Till grund för beslutet ligger någon form av beslutskriterium, ofta flerdimensionellt och ofta inte explicit formulerat. Kraven på utdata från prognosberäkningen bestäms till typ, detaljeringsgrad (i tid och rum) och noggrannhet av detta beslutskriterium. I princip, om än sällan i praktiken, kan nämnda krav tänkas härledda med beslutsteori varefter kraven på olika beräkningssteg kan uppskattas med hjälp av känslighetsanalys. Beräkningar av sådant slag ligger dock utanför ramen för denna studie.

Indata för vägvalsberäkningarna i en trafikprognos utgörs dels av resultaten från eventuella tidigare steg i beräkningarna (t ex enligt FIGUR 1), dels värden på ett antal variabler vilka beskriver färdvägarna och eventuellt också trafikanterna. Dessa variabler bör väljas så, att de dels tillsammans förutsäger vägvalet så väl som möjligt, dels låter sig uppskattas vid prognostillfället. För att underlätta genereringen av och jämförelser mellan alternativa planer, t ex olika dimensioner av en trafikled, är det av värde att variablerna också illustrerar planerarens handlingsmöjligheter.



FIGUR 1. Schematisk representation av traditionella prognosmetoder för översiktlig planering

Av olika möjliga samband mellan en prognosmodells in- och utdata skall det väljas, som har bäst prediktiv förmåga. Emedan tidshorisonten för en trafikprognos ofta är 15 - 20 år, och emedan trafiksystemens utformning och utnyttjande sannolikt förändras inom en sådan tidsrymd, kan detta kriterium knappast tillämpas praktiskt. Det är alls inte säkert att den modell, som idag bäst reproducerar resultaten i en samtida trafikundersökning också ger bäst resultat om 20 år.

En vanlig hypotes, som ligger till grund för denna studie, innebär att modeller som baseras på individers beteende är mer stabila än makroskopiska, deskriptiva modeller. De förra antages beskriva olika orsakssamband mellan ingående variabler, medan i de senare sambanden är av statistisk natur utan anspråk på kausalitet. Vidare antages att människans värderingar av mer fundamentala faktorer, t ex av tillgång till fritid relativt pengar, förändras mindre med tiden än hennes värderingar av olika typer av tekniska konstruktioner, t ex av bilar relativt bussar. Modeller av den förstnämnda typen, dvs

baserade på individers beteende har under senare tid utvecklats inom olika delområden av trafikprognostekniken.

Ett problem inom trafikprognostekniken som här har speciellt intresse är i vad mån en sekventiell beskrivning med successiva val av färdmål, färdmedel och färdväg, i viss ordning enligt t ex figur 1, är acceptabel. Denna hypotes, som ligger till grund för de prognosmodeller som nu oftast tillämpas, reducerar problemets komplexitet avsevärt. Alternativa antaganden är t ex att valen av färdmål, färdmedel och färdväg sker "samtidigt" dvs som ömsesidigt beroende av varandra (Kraft 1963), eller att olika trafikantkategorier träffar valen i olika ordningsföljd. Beräkningstekniskt kan det fel hypotesen ger upphov till även reduceras, med bibehållande av den sekventiella modellens enkla struktur, genom att någon form av återkopplig introduceras i modellen (se figur 1).

Det nämnda problemet är av väsentligt större betydelse avseende resalstringen samt trafikantens val av färdmål och färdmedel än avseende valet av färdväg. De skillnader i nytta och uppoffring som trafikanter upplever mellan de olika färdvägar som faktiskt utnyttjas för en bilresa mellan två givna punkter i en tätort, är små i relation till skillnaderna i nytta och uppoffring mellan olika färdmedel och mellan olika färdmål.¹⁾ Detta förhållande tas här till intäkt för att behandla prediktion av vägval som ett separat problem.

2.2 Tidigare vägvalsundersökningar

Följande summariskt redovisade litteraturöversikt omfattar i första hand sådana gjorda undersökningar som belyser olika faktorerers inverkan på trafikanters val av färdväg. Syftet med den genomförda inventeringen var främst att ge underlag för planering av fältstudien.

De tidigaste vägvalsstudier som här är av intresse härrör från USA och utfördes under 1940- och 1950-talen: Brown 1948, Campbell och Mc Carger 1956, Moskowitz 1956 samt Trueblood 1952; även andra. Dessa

1) Det förutsätts här att inget ärende uträttas på vägen mellan resans givna start- och målpunkter. Definiera i annat fall två resor.

undersökningar avsåg främst att bestämma andel trafikanter som föredrar en stadsmotorväg framför en alternativ, parallell trafikled med lägre standard. Som förklaringsvariabler användes färdtiderna (i minuter) eller väglängderna (i km) eller eventuellt någon kombination av dessa variabler. Andelen trafikanter som föredrog motorvägen uttryckes oftast som en enkel matematisk funktion av skillnaden mellan eller kvoten av dessa mått. Funktionen anpassades till erhållna mätpunkter, vilka representerade olika till- och frånfarter på som regel endast en eller ett fåtal motorvägar.

För jämförelser mellan och analys av dessa undersökningar hänvisas till Overgaard 1966. De för den här aktuella studien viktigaste resultaten kan sammanfattas som följer.

- restiden och eventuellt väglängden är viktiga förklaringsvariabler, men även med båda dessa lämnas stora systematiska avvikelser oförklarade. Detta påvisas senare av t ex Michaels 1965, som finner att vägvalet i hög grad beror av det "obehag" olika färdvägar förorsakar¹⁾.
- även sådana skillnader i t ex restid, som ur mätteknisk synpunkt är relativt små, kan vara av stor betydelse för valet mellan två färdvägar. T ex innebär en restidsskillnad av 10% mellan två i övrigt likvärdiga vägar och vid en restid kring 20 minuter, att den snabbare vägen väljs av ca dubbelt så många trafikanter som den långsammare.
- om restidskvoten används som förklaringsvariabel, blir dess inverkan på andelen trafikanter som väljer den snabbare vägen mindre för kortare restider än för längre. Används i stället restidsdifferensen, blir dess inverkan större för korta resor än för långa. Motsvarande gäller sannolikt med väglängderna, eller en kombination av restider och väglängder ("reskostnad"), som förklaringsvariabler.
- används restidskvoten som förklaringsvariabel erhålls sannolikt bättre överensstämmelse om restiderna endast mäts mellan de punkter där färdvägarna skiljer sig, än om de mäts från resans start till dess mål (Kometani, 1963)

1) Mätt med Galvanic Skin Response, en indikation på stresstillstånd.

Ett flertal svenska undersökningar har senare genomförts med liknande ansatser, men avseende andra typer av trafikleder än motorvägar: Taflin och Wahlberg 1962, KTH 1964, Buhrman och Johansson 1967, Korner 1967, Douhan och Ringström 1970 samt Andersson, Bengtsson, Norrthon och Stigenhag 1971. Dessa bekräftar i allt väsentligt de ovan redovisade slutsatserna. Vidare visas att vägvalet också kan sammanhånga med olika, matematiskt svårkvantifierbara faktorer avseende trafikmiljön eller trafikledsnätets utformning. T ex fann Buhrman och Johansson 1967 att bilisterna är obenägna att korsa en högvärdig förbindelse, som leder till målet, trots att en annan färdväg skulle medföra en väsentlig tidsvinst.

I de nämnda undersökningarna har huvudsakligen studerats val mellan två färdvägsalternativ. För analys och prediktion av val mellan flera alternativ tillämpas oftast modeller av typen

$$P_i = \frac{A_i}{\sum_{j=1}^n A_j} \quad (1)$$

där

$i, j = 1, 2, \dots, n$ är olika färdvägsalternativ

P_i är andel som väljer alternativ i

A_i är en funktion av alternativ i 's egenskaper ("attraktiviteten")

Modeller av detta slag, med olika uttryck för attraktiviteten A_i , har föreslagits av Gunnarsson, 1960, Steierwald 1963 med flera.

Ansatsen (1) implicerar att förhållandet mellan antalet trafikanter, som väljer t ex alternativ $i = 1$ resp $i = 2$ är oberoende av övriga färdvägars egenskaper (dvs av $A_3, A_4 \dots A_n$). Detta antagande är ingalunda självklart, ens för det fall då alla färdvägsalternativ är helt skilda och inte har några gemensamma sträckningar (se avsnitt 2.3.1 nedan).

En vanlig form för A_i , ofta tillämpad i metoder för nätutläggning (t ex Nordqvist 1963) är

$$A_i = c_i^{-k} \quad (2)$$

där k är en konstant, oftast angiven med storleksordningen 5 - 10, samt c_i ett mått på resmotståndet (t ex restid eller "reskostnad"). Mot ansatsen (1) + (2) kan bl a anföras att exponenten k i (2) tycks öka med antalet tillgängliga färdvägsalternativ (Mottlau 1963, Ueberschauer 1969).

Olika ansatser för attraktiviteten A_i i formel (1) har jämförts av Ueberschauer och av Korner 1972, i båda fallen mot data avseende resor mellan bostad och arbetsplats i större tätorter.

Korner erhöll därvid bäst överensstämmelse med en ansats enligt formel (2), i synnerhet för resor med en längd upp till några km. Konstanten k bestämdes till 8 å 10. För resmotståndet c_i ansattes en linjär kombination av restid och väglängd (mätta mellan brytpunkterna). Den mot 1 km väg ekvivalenta restiden bestämdes till ca 45 sek. För något längre resor, ca 4 - 10 km, erhölls också acceptabla resultat med modellen

$$A_i = e^{-kc_i} \quad (3)$$

där konstanten k bestämdes till ca 0,008 - 0,010 sek⁻¹

Med ansatsen (1) - (3) erhålls

$$P_i / P_j = e^{-k(c_i - c_j)}$$

dvs en funktion av skillnaderna i resmotstånd i stället för av kvoterna.

Ueberschauer inkluderar i resmotståndet ett antal andra variabler än restid och väglängd. Av olika testade ansatser erhölls, för val mellan två alternativ, bäst passning med uttrycket

$$P_1 / P_2 = k_1 + k_2 \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^{k_3} \cdot \left(\frac{l_2}{l_1} \right)^{k_4} \cdot \left(\frac{q_1}{q_2} \right)^{k_5} \cdot \left(\frac{n_{s1}}{n_{s2}} \right)^{k_6} \quad (4)$$

där t , L , q och n är respektive restid, väglängd, flöde per körfält och antal stopp (samtliga variabler mätta mellan brytpunkterna). Konstanterna $k_1, k_2 \dots k_6$ beror av bl a reslängd och typ av bebyggelse. Den additiva konstanten k_1 , som förekommer även i övriga ansatser, är logiskt tvivelaktig genom att modellen blir osymmetrisk: Ueberschauer

tvingas specificera regler för vilken färdväg som skall vara nr 1 resp nr 2.

Några av de nämnda undersökningarna, liksom Beenshof 1970, Tagliacozzo 1973 och Wachs 1967 försöker också att med hjälp av intervjuer analysera "orsaker" till vägvalet. Resultaten är knappast jämförbara, emedan frågorna ställts och bearbetats på olika sätt. Sammantagna tyder dock undersökningarna på att "kortast restid" är den viktigaste enskilda faktorn, men också på att en mångfald andra faktorer kan vara väsentliga.

Den mest intressanta av dessa studier är Wachs', som bl a genomför en faktoranalys på intervjusvar avseende 21 olika attitydvariabler (baserat på 197 intervjuer). För varje attitydvariabel, t ex "denna färdväg är mer trafiksäker än övriga", ombads intervjupersonerna ange dess betydelse för vägvalet (till arbetsplatsen eller annat mål) i en skala 0 - 4. Sju statistiskt oberoende faktorer erhöles, varav de fyra viktigaste är (jämfte de attitydvariabler av vilka de bildats):

- (1) "Föredrar högklassiga vägar"
 - fler körfält
 - färre stoppmärken och trafiksignaler
 - bredare körfält
 - färre stopp och avbrott, etc
- (2) "Föredrar mindre trängsel och mindre stress"
 - mindre trängsel
 - mindre obehag och stress
 - färre bussar och lastbilar, etc
- (3) "Föredrar säkrare väg"
 - större säkerhet
 - färre svängar
 - färre kurvor och backar, etc
- (4) "Föredrar kortare väg"
 - kortare körsträcka
 - mindre restid
 - lägre reskostnad

Benämningen på faktorerna är här fritt översatta. Wachs relaterar också de erhållna faktorerna till den faktiskt valda färdvägens egenskaper, med hjälp av regressionsanalys. T ex visas att faktor (1) ovan, "högklassig väg", uppskattas mer av de trafikanter som väljer sådana färdvägar (eller väljs mer av de som uppskattar dem). Vissa av faktorerna visas också bero av sådana variabler som karakteriserar trafikanten (t ex ålder) eller den aktuella färden (t ex resa till centrum relativt andra stadsdelar).

Förutom av trafikantens attityd till olika färdvägar har vägvalet också visats bero av hans förmåga eller oförmåga att rätt skatta t ex restidsskillnaden mellan färdvägarna: Beenshof 1970, Korner 1972, Ueberschauer 1969, även andra. Beenshof visar t ex att antalet trafikanter som tror sig välja den färdväg som tar kortast tid är betydligt fler än de som i verkligheten gör det.

På sådana observationer har grundats vägvalsmodeller, enligt vilka sannolikheten att välja en viss färdväg beräknas som sannolikheten att denna väg uppskattas ha minst resmotstånd (t ex kortast restid). Dessa skattningar antages därvid ha en viss statistisk fördelning kring det sanna värdet. Beroende på t ex hur variansen i denna fördelning antages sammanhänga med dess medelvärde (proportionell, konstant etc) erhålls olika ansatser: se Abraham och Coquand 1961 och von Falkenhausen 1966. Von Falkenhausen samt Ueberschauer anger parameterskattningar i några sådana stokastiska modeller, vilka vad avser kurvformerna blir lika de tidigare beskrivna deterministiska modellerna. Fördelen med den stokastiska ansatsen är att den (teoretiskt) enkelt låter sig generaliseras.

En helt annorlunda, makro-betonad undersökningsmetod tillämpas av Dahlborg och Walldén 1972, som studerar i vilken utsträckning de länkar i vägnätet som utnyttjas för resor mellan olika punkter också ingår i den kortaste färdvägen mellan dessa respektive punkter. Om en länk ofta ändå utnyttjas har den tydligen andra attraktiva egenskaper. Resultaten visar på betydelsen av olika standardfaktorer, som t ex bred körbana och frånvaro av gångbanor.

Dahlborgs och Walldéns undersökning avsåg ett i den närmaste slumpmässigt urval av bilresor mellan bostad och arbetsplats, med avseende på resornas fördelning på områden inom tätorten (Västerås). Med

detta urval befanns den faktiskt kortaste färdvägen (mätt i km) utnyttjad för knappt hälften av resorna. Siffran beror självfallet på tätortens storlek och typ av gatunät m m men samma storleksordning uppges även av Ratcliffe 1972 (ca hälften väljer kortaste väg, oavsett om denna mäts i timmar eller km). De nätutläggningsmetoder som förlägger all trafik mellan två punkter till en och samma färdväg kan således medföra stora fel.

2.3 Ansats till en vägvalsmodell

2.3.1 Teoretiska krav på vägvalsmodell

Med en vägvalsmodell avses här en beräkningsmetod för prediktion av den andel av en given grupp av trafikanter, som väljer en viss av ett antal möjliga färdvägar mellan en given start- och en given målpunkt. Syftet med detta avsnitt är att definiera ett antal axiomatiska ("intuitivt självklara") krav på en sådan modell. Denna lista med krav utnyttjas senare för att begränsa urvalet av tänkbara formuleringar för en vägvalsmodell, och för att testa rimligheten i befintliga modeller. En motsvarande lista för prediktionsmodeller avseende färdmedelsval ges i Mayberry 1970.

Antag att en bilist har att välja mellan två eller flera vägalternativ för en given färd. Definiera begreppet subjektivt färdmotstånd C som en för varje trafikant unik funktion av färdvägsalternativens egenskaper, sådan att han väljer en viss färdväg om och endast om denna har ett lägre subjektivt färdmotstånd än övriga alternativ.

Förutom att detta färdmotstånd säkert är olika för olika individer i samma valsituation, kan det också tänkas vara olika för samma individ i olika valsituationer (t ex beroende på resans ändamål). Från det sistnämnda förhållandet bortses emellertid här (betrakta t ex endast en viss typ av situationer).

Antag nu vidare att det är meningsfullt att definiera ett objektivt färdmotstånd c för varje färdväg, sådant att andelen individer P_i som väljer alternativ i av n möjliga kan skrivas som någon funktion

$$P_i = h_i (c_1, c_2 \dots c_n)$$

Måtten c_i kan t ex tänkas vara medelvärdena av de olika individer-
nas subjektiva färdmotstånd C_i för färdvägen i (men behöver inte
vara det).

Om funktionen $h_i(c_1, c_2 \dots c_n)$ existerar, vilket är en förutsätt-
ning för att någon form av prediktion skall vara möjlig, så bör den
uppfylla nedan redovisade kriterier (1 - 3):

1. För ett godtyckligt antal alternativ ($i = 1, 2, \dots n$) skall
gälla:

a. $h_i(c_1, c_2 \dots c_n)$ är kontinuerlig och monoton i
 $c_1, c_2 \dots c_n$

b. $c_i - c_j \rightarrow \infty$ för alla $j \Rightarrow P_i \rightarrow 0$

c. $c_i - c_j \rightarrow -\infty$ för alla $j \Rightarrow P_i \rightarrow 1$

Kommentar: en formulering med kvoten ($c_i / c_j \rightarrow \infty$ resp
 $c_i / c_j \rightarrow 0$) i stället för differenser, i punkterna b och
c, är också tänkbar.

2. Om det finns två alternativ, med motstånden c_1 resp c_2 ,
skall gälla:

a. $c_1 = c_2 \Rightarrow P_1 = P_2$

b. $c_1 > c_2 \Rightarrow P_1 < P_2$

Kommentar: detta gäller inte säkert vid fler alternativ än
två. Antag nämligen, som ett hypotetiskt exempel, att något
fler bilister tycker om vägar med trafiksignaler ($c = c_m$) än
vägar utan ($c = c_n$). Är vägarna för övrigt helt likvärdiga är
då $c_m < c_n$ och $P_m > P_n$. Antag så att det byggs ytterligare en
likadan väg, också med signaler ($c'_m = c_m$). Ändras därvid inte
övertygelsen hos de som inte tyckte om signaler är fortfarande
 $c_m = c'_m < c_n$ men kanske $P_m = P'_m < P_n$, eftersom den något
större populationen delas.

3. Numreringen av alternativen, i följd $i = 1, 2 \dots n$, skall
inte påverka resultatet.

Ur axiomen 1 - 3 kan härledas olika följsatser, av vilka här endast några skall beröras.

Giltigheten av axiom 2 för fler än två färdvägar kan således under tämligen allmänna förutsättningar visas leda till existensen av en funktion $A(c_i)$ sådan att

$$P_i = A(c_i) / \sum_{j=1}^n A(c_j)$$

dvs formel (1) ovan (se Mayberry, 1970). Detta utvidgade antagande, som är mycket vanligt, innebär en tämligen grov förenkling och skall diskuteras närmare i avsnitt 2.3.2 nedan.

Axiom 1 medför bl a att om ytterligare ett alternativ ($n + 1$) beaktas, och detta alternativ har ett mycket högre färdmotstånd än övriga, så förändras inte andelarna $P_1, P_2 \dots P_n$. En liknande form av kontinuitetskrav formuleras i axiom 3. Detta krav uppfylls t ex inte av Ueberschauers modell enligt formel 4 ovan.

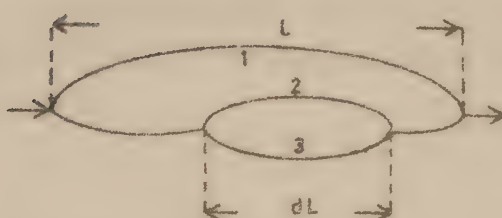
Ett antal andra "axiom" eller snarare regler har föreslagits i litteraturen. Flertalet av dessa, t ex enligt Wardrop 1952 är av en makrobetonad, mycket approximativ karaktär och syftar endast till att åstadkomma enkla kriterier för nätutläggningsförfaranden.

En sådan regel som emellertid inte kan förbigås berör det mycket konkreta och ofta diskuterade (Overgaard 1966 m fl) problemet om avgränsningen av de färdvägar, för vilka sannolikheterna P_i och färdmotståndet c_i skall definieras. Hittills har förutsatts att färdmotståndet $c_1, c_2 \dots c_n$ mäts från resans start till dess mål och att andelarna P_i hänför sig till valet mellan dessa hela färdvägar - oavsett om de delvis sammanfaller fysiskt.

Denna ansats är helt allmän, så länge det inte antages t ex att c_1, c_2 och c_n är oberoende av varandra. Utan ett sådant antagande blev emellertid ansatsen knappast tillämpbar praktiskt, på grund av det mycket stora antalet färdvägsalternativ i ett vägnät.

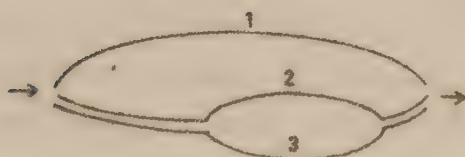
Ett antagande om oberoende skulle t ex i exemplet i FIGUR 2 kunna innebära att färdvägarna i sin helhet behandlas som fysiskt skilda (metod a).

En alternativ ansats, tillämpad i flertalet vägvalsmodeller och i många nätutläggningsförfaranden, innebär att valet av färdväg (från start till mål) beskrivs som en serie sekventiella val i olika brytpunkter¹⁾. Om, som i exemplet i FIGUR 2, ett färdvägsalternativ mellan två yttre brytpunkter har flera olika sträckningar mellan två inre brytpunkter, så beräknas dess färdmotstånd mellan de yttre punkterna med hänsyn till endast en av dessa sträckningar (t ex den med minst färdmotstånd, eller något medelvärde).



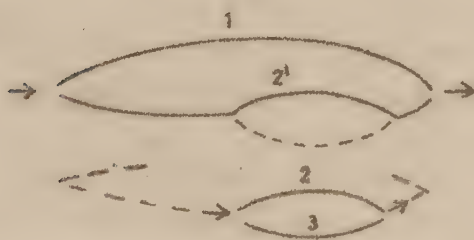
Antag att färdvägarna har identiska egenskaper i alla avseenden.

Metod (a): Hela färdvägarna, oberoende val



$$P_1 = P_2 = P_3 = 1/3$$

Metod (b): Sekventiella, oberoende val mellan brytpunkter



$$P_1 = P_2' = 1/2$$

$$P_2 = P_3 = (1/2)P_2' = 1/4$$

FIGUR 2. Alternativa metoder för beräkning av val mellan färdvägar, vilka delvis sammanfaller fysiskt.

1) Uppdelningen i sekventiella val kan i regel göras på flera sätt och kan t ex ge olika resultat i olika färdriktningar.

Ingendera av ansatserna 1 och 2 i FIGUR 2 är tillfredsställande, med hänsyn till rimliga kontinuitetskrav (då $dL \rightarrow 0$ resp $dL \rightarrow L$ i figuren). Följande hypotes verkar mer tilltalande:

$$4. \quad dL \rightarrow 0 \Rightarrow P_1 \rightarrow 1/2 \quad (P_2 = P_3 \rightarrow 1/4)$$

$$dL \rightarrow L \Rightarrow P_1 \rightarrow 1/3 \quad (P_2 = P_3 \rightarrow 1/3)$$

(med beteckningar och förutsättningar enligt FIGUR 2).

Observera att en förutsättning för "axiomet" (4) är att färdvägarna 1 - 3 har identiska egenskaper, enligt figur 2. Det räcker inte att $c_1 = c_2 = c_3$, av liknande skäl som diskuterades i anslutning till axiom 2.

2.3.2 En modell för valbeteendet

Begreppet subjektivt färdmotstånd C definieras här som en för varje individ i en viss typ av situationer unik funktion av en färdvägs egenskaper, sådan att han väljer en viss färdväg om och endast om denna har ett lägre subjektivt färdmotstånd än övriga alternativ.

Existensen av sådana funktioner och deras egenskaper har diskuterats ingående inom såväl ekonomisk teori som inom psykologin, se t ex Luce och Raiffa 1957. Hypotesen att sådana funktioner finns benämns inom utilitets-teorin¹⁾ vanligen "nyttomaximerings-principen" eller "principen om rationellt beteende".

Av speciell relevans för denna tillämpning är den relativt nyutvecklade teorin för val mellan ("konsumtion av") attribut-definierade nyttigheter ("varor"). Enligt denna teori definieras konsumtionens objekt av vissa egenskaper hos nyttigheterna, inte (som i klassisk utilitets-teori) av nyttigheterna i sig - se Lancaster 1966. De resulterande modellerna blir oberoende av beteckningen på eller numreringen av nyttigheterna (här de olika färdvägarna). Teorin har tidigare tillämpats framgångsrikt för att konstruera modeller för färdmedelsval (Quandt och Baumol 1966).

Det subjektiva färdmotståndet är uppenbarligen olika för olika trafikanter, emedan inte alla väljer samma väg i samma situation.

1). Termen färdmotstånd används här i stället för begreppet negativ

Orsaker härtill kan, enligt den refererade litteraturen, vara t ex att de har olika uppfattningar om färdvägarnas verkliga egenskaper eller att de kan värdera olika egenskaper olika högt i relation till andra egenskaper.

Betraktas ett antal trafikanter i en och samma valsituation, med färdvägsalternativen $i = 1, 2 \dots n$, så blir det subjektiva färdmotståndet C_i för ett alternativ i en stokastisk variabel (jämför Abraham och Coquand 1961 samt von Falkenhausen 1966). Enligt nytto-maximeringsprincipen blir då andelen trafikanter som väljer alternativ i just den andel för vilken C_i är mindre än C_j , för alla $j \neq i$:

$$P_i = P(C_i < C_j ; j = 1, 2 \dots n ; j \neq i) \quad (5)$$

(Det förutsätts tills vidare att den betraktade populationen är så liten, att dess val inte märkbart påverkar färdvägarnas egenskaper)

I det generella fallet är de olika C_i inte oberoende, utan beskrivs av en gemensam, n -dimensionell frekvensfunktion $f(C_1, C_2 \dots C_n)$.

Formel (5) måste då beräknas enligt:

$$P_i = \int_{\Omega} f(C_1, C_2 \dots C_n) dC_1 dC_2 \dots dC_n$$

$$\Omega = C_i < C_j ; j = 1, 2 \dots n ; j \neq i \quad (6)$$

Om emellertid beroendet mellan olika C_i kan försummas, så kan frekvensfunktionen f skrivas

$$f(C_1, C_2 \dots C_n) = \prod_{i=1}^n f_i(C_i) \quad (7)$$

där $f_i(C_i)$ är en-dimensionella frekvensfunktioner

Uttrycket (6) kan då förenklas till

$$P_i = \int_{-\infty}^{\infty} f_i(C_i) \prod_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \left(\int_{C_i}^{\infty} f_j(C_j) dC_j \right) dC_i \quad (8)$$

Tidigare ansatser till stokastiska vägvalsmodeller (Abraham och Coquand 1961, von Falkenhausen 1966, Beilner och Jacobs 1971) förutsätter att en reduktion enligt (7) är möjlig. (Detta skall strax diskuteras). Som uttryck för frekvensfunktionerna f_i (C_i) föreslås av von Falkenhausen antingen en normalfördelning eller en logaritmisk normalfördelning. Båda har i andra sammanhang visats kunna väl beskriva variationer i mänskliga attityder och beteenden samt i andra biologiska fenomen, se t ex Thurstone 1929 resp Finney 1947. Beilner och Jacobs 1971 föreslår en fördelning av s k Weibulltyp, vilken har den intressanta egenskapen att ekvation (8) reduceras till ett uttryck av typen $P_i = A_i / \sum_{j=1}^n A_j$, där A_i ($i = 1, 2 \dots n$) är konstanter.

Med lämpliga och realistiska parametervalger alla de nämnda funktionerna så likartade resultat, att valet mellan dem är av sekundärt intresse ur andra synpunkter än hanterbarheten. Av största vikt är emellertid formen för färdmotståndet C , och i vad mån olika sådana former medger reduktioner av frekvensfunktionen f enligt t ex formel (7).

Ett enkelt och relativt allmänt uttryck för C är följande: låt $\hat{x}_i = (x_{i1}, x_{i2} \dots x_{ir})$ vara en vektor av r olika attribut (t ex restid, väglängd etc) vilka karaktäriserar färdvägsalternativ i . Antag att det finns en funktion $g(\hat{x}_i)$ sådan att

$$C_i = g(\hat{x}_i) + E_i \quad (9)$$

där E_i , $i = 1, 2 \dots n$, är oberoende stokastiska variabler med medelvärdet noll. Formel (5) reduceras då till

$$\begin{aligned} P_i &= P(C_i < C_j \ ; \ j = 1, 2 \dots n) = \\ &= P(E_i - E_j < g(\hat{x}_j) - g(\hat{x}_i) \ ; \ j = 1, 2 \dots n) \quad (10) \end{aligned}$$

Formel (6) kan därigenom förenklas till formel (8). Antages speciellt t ex att $E = E_i - E_j$ har en logistisk fördelningsfunktion, samma för alla i och j ($j = i$), erhålls den s k logitmodellen¹⁾

1) Antages i stället t ex att E_i är normalfördelade blir också C_i normalfördelade och den s k probit-modellen erhålls.

$$P_i = \frac{e^{-g(\hat{x}_i)} \cdot k}{\sum_{j=1}^n e^{-g(\hat{x}_j)} \cdot k} \quad (11)$$

(Konstanten k sammanhänger med standardavvikelsen för E).

Ansatser av typ (11) utnyttjas ofta för beskrivning av färdmedelsval, som regel dock för endast två alternativ (se t ex Warner 1962). Modellen (9) har sina rötter i Luce (1959) teori för valbeteendet, i vilken bl a förutsätts att individen i valet mellan två alternativ inte beaktar övriga alternativ¹⁾ (jämför diskussionen av axiom 2 i avsnitt 2.3.1 ovan). Luce kommenterar själv (sid 131 - 134) att axiomet kan vara tveksamt när alternativen inte uppfattas som distinkta och oberoende.

Värdet av funktionen $g(\hat{x}_i)$, för ett objekt med vissa egenskaper $(x_{i1}, x_{i2} \dots x_{ir})$, kan mätas direkt eller indirekt med olika scaling-metoder (se t ex Torgerson 1958), vilka har tillämpats bl a för att bestämma värdet av nya transportmedel (Golob, Canty, Gustavson och Vitt 1972). I modeller för färdmedelsval ansätts emellertid oftast $g(\hat{x}_i)$ som en linjär funktion av $x_{i1}, x_{i2} \dots x_{ir}$ (Quarmby 1967 m fl). Parametrarna i denna funktion kalibreras därefter med logit-analys enligt formel (11) eller med besläktade metoder, mot uppmätta P_i -värden.

Som nämnts kan det emellertid ifrågasättas om olika färdvägar uppfattas av trafikanterna som distinkta, oberoende alternativ - naturligtvis speciellt i den mån de delvis sammanfaller fysiskt. Den enkla formen (10) faller därmed.

Betrakta, som en utgångspunkt för den följande diskussionen, modellen (9) med en ansatt linjär form för vektorn $g(\hat{x}_i)$:

$$C_i = \sum_{k=1}^r a_k x_{ik} + E_i \quad (12)$$

1) Detta axiom benämns av Luce "independence of irrelevant alternatives".

där E_i är oberoende stokastiska variabler, alla med medelvärdet noll. De olika x_{ik} i (12) representerar mätetal på de attribut ($k = 1, 2 \dots r$) som karaktäriserar färdvägsalternativ i . Definitionerna på attributen kan t ex antagas valda å priori. De olika a_k representerar den vikt trafikanterna "i medeltal" tillmäter attribut k relativt övriga attribut. Dessa vikter kan antagas bestämda med t ex logit-analys (så när som på en godtycklig skalfaktor).

Antag nu att mätetalen x_{ik} utbyts mot stokastiska variabler X_{ik} , dvs är olika för olika individer. En sådan hypotes förefaller välgrundad mot bakgrund av redovisade undersökningar (avsnitt 2.2 ovan): olika trafikanter skattar de "sanna" mätetalen olika. I vissa av mätetalen kan dessutom finna en "reell" osäkerhet på grund av variationer i trafikförhållandet.

Är skattningen X_{ik} oberoende för olika färdvägsalternativ i blir de olika C_i fortfarande oberoende och reduktionen från (6) till (8) fortfarande möjlig. Effekten av antagandet blir väsentligen endast att variansen i C_i ökar, från $\text{Var}(C_i) = \text{Var}(E)$ till¹⁾

$$\begin{aligned} \text{Var}(C_i) = \text{Var}(E) + \sum_{k=1}^r a_k^2 \text{Var}(X_{ik}) - \\ - \sum_{k=1}^r \sum_{\substack{l=1 \\ l \neq k}}^r a_k a_l \text{Cov}(X_{ik}, X_{il}) \end{aligned} \quad (13)$$

Antagandet att X_{ik} är oberoende för olika i är emellertid inte rimligt för färdvägar som delvis sammanfaller fysiskt. Följande hypotes (H_1 - H_2) framförs här som ett alternativ:

H_1 : Skattningarna X_{ik} och X_{jk} av mätetalen för attribut k , för färdvägarna i och j , är oberoende om och endast om dessa färdvägar är fysiskt helt skilda.

H_2 : Om färdvägarna i och j delvis sammanfaller, är skattningarna X_{ik} och X_{jk} positivt korrelerade. Korrelationskoefficienten är proportionell mot den andel av färdvägarna som är gemensam.

1) En annan konsekvens kan vara att medelvärdet $\bar{X}_{ik} = x_{ik}$, vilket påverkar medelvärdet av C_i .

Den exakta definitionen av "andel gemensam färdväg" i hypotesen torde ha liten praktisk betydelse (ansätt t ex andel längdenheter av de två färdvägarnas medellängd).

Ansatsen $H_1 - H_2$ får den effekten, att variansen i $(C_i - C_j)$ minskar ju större del av färdvägarna i och j som är gemensam. Därigenom ökar också den absoluta skillnaden mellan P_i och P_j , vid en fix skillnad i färdmotstånd. Vid jämförelse med en tredje, oberoende färdväg kommer i och j att betraktas som en färdväg om de helt sammanfaller. Kontinuitetsvillkoret punkt (4) i avsnitt 2.3.1 är således uppfyllt.

En annan och svårare form för beroende mellan olika C_i erhålles om det beaktas att de olika vikterna a_k i formel (12) är stokastiska variabler A_k . Antages att x_{ik} är konstanta $= x_{jk}$ och betraktas t ex två alternativ erhålls ur (5) och (12):

$$P_i = P(C_i < C_j) = P\left(\sum_{k=1}^r A_k(x_{ik} - x_{jk}) + (E_i - E_j) < 0\right) \quad (14)$$

Reduktionen från (6) till (8) är inte möjlig. Quandt (1968) baserar dock en modell för färdmedelsval på formel (14), bortsett från termen $E_i - E_j$. Det kan visas att antalet alternativ, för vilka $P_i > 0$, då högst kan vara lika med antalet attribut r . Modellen blir i praktiken ohanterbar för prediktion av färdvägsval, i synnerhet som också variationer i och beroenden mellan skattningarna x_{ik} skall beaktas.

En hypotes, som skall utnyttjas i det följande, är att de stokastiska variationerna i vikterna A_k kan förklaras av mätbara skillnader i olika individers sociala, ekonomiska och andra personspecifika förhållanden samt i olika karaktäristika för den aktuella färden (t ex resändamål). Det antages att den population vars vägval studeras kan indelas i olika strata med avseende på dessa variabler, och att vikterna A_k är konstanta $= a_{ks}$ inom varje sådant strata s . För två färdvägar i och j erhålls således

$$P(C_i < C_j) = \sum_{s=1}^S p_s \cdot P\left(\sum_{k=1}^r a_{ks} (x_{ik} - x_{jk}) + E_i - E_j < 0\right) \quad (15)$$

där p_s är frekvensen för strata s och S är antalet strata.

Att vikterna A_k och skattningarna X_{ik} är oberoende, och således X_{ik} oberoende av s , är en grundförutsättning för den lineära ansatsen

$$C_i = \sum_{k=1}^r A_k X_{ik} + E_i \quad (16)$$

Förutsättningen är av definitionsmässig karaktär, såtillvida som den del av produkten ($A_k X_{ik}$), som endast beror på den speciella färdvägen i 's egenskaper, tillförs X_{ik} . Den del av produkten som är gemensam för de olika färdvägsalternativen, förutsatt att dessa inte sammanfaller fysiskt, tillförs A_k (jämför hypotes $H_1 - H_2$ ovan).

Problemet är snarare huruvida en sådan uppdelning mellan A_k och X_{ik} är meningsfull och t ex medger en logiskt tillfredsställande tolkning av "vikterna" A_k . Inom psykometrin finns ett flertal exempel på s k 2-komponents, kognitiva summationsmodeller av typen (16).¹⁾ Med tillämpningar för t ex marknadsundersökningar har också utvecklats metoder för direkt mätning av komponenterna A_k och X_{ik} (se avsnitt 3.1.2 nedan). En hypotes för denna undersökning är att modellen (16) är tillämpbar som prediktionsmodell, men att dess parametrar bör kalibreras mot observerade beteenden och sannolikt inte kan mätas direkt.

Slutligen kan anturligtvis det enkla linearitetsantagandet i formel (16) ifrågasättas. En annan enkel form är t ex

$$C_i = \sum_{k=1}^r E_i \frac{A_k}{X_{ik}} \quad (17)$$

vilken efter logaritmering ger ett liknande uttryck. Det finns inga skäl, annat än hanterbarheten, som talar för någondera uttrycket eller för att färdmotståndet alls skall vara någon matematiskt enkel funktion av mätbara storheter.

Valet av form för C_i sammanhänger med definitionerna av de olika attributen $i = 1, 2 \dots n$. Dessa attribut väljs i t ex modeller för färdmedelsval oftast a priori som olika enkla, tekniska variabler

1) För en diskussion av tillämpbarheten av sådana modeller inom transportsektorn se Golob 1973

vilka antages vara av betydelse (Quarmby 1967 m fl). En förbättring i förhållande till detta förfarande bör vara att, givet en ansats enligt t ex formel (16), härleda sådana attribut vilka dels tillsammans så väl som möjligt beskriver de aspekter trafikanterna beaktar, dels i största möjliga utsträckning värderas oberoende av varandra.¹⁾ Kravet på oberoende medför dels att antalet attribut reduceras till ett minimum (för en given förklaringsgrad), dels att "vikterna" A_k medger logiska tolkningar med större säkerhet.

2.3.3 Generalisering till nätutläggningsproblemet

Den i avsnitt 2.3.2 uppställda modellen för valet av färdväg är, med avseende på dess tillämpbarhet för prediktion, begränsad av följande två förutsättningar:

- (i) olika individers vägval är oberoende. Detta förutsätter i sin tur att den population som fördelas är så liten, att dess val inte nämnvärt påverkar färdvägarnas karaktäristika (hastigheter, flöden etc).
- (ii) samtliga bilister i den population fördelningen avser har samma start- och målpunkt för färden. Färdvägsalternativen definieras som avseende hela denna färd.

Tänkbara generaliseringar av modellen utanför dessa förutsättningar skall här endast kort beröras:

Enligt (i) begränsas modellens användbarhet till fördelning av marginella trafikmängder.²⁾ En sådan marginell fördelning kan betecknas $P_i (q_1, q_2 \dots q_n)$, där $q_1, q_2 \dots q_n$ är trafikflödena på alternativen $i = 1, 2 \dots n$. Vid vilken tidpunkt etc dessa flöden skall mätas lämnas tills vidare öppet. Antag att de betraktade färdvägarna inte utnyttjas av annan trafik än den mellan de betraktade punkterna och att ett större flöde Q skall fördelas. Andelarna Q_i / Q , där Q_i är det resulterande flödet på alternativ i , söks.

1) Idealt bör såväl A_k (för olika k) som x_{ik} (dito) vara oberoende.

2) Eller till vad som nu kallas nätutläggning "utan kapacitetsrestriktioner".

Lösningen på det uppställda problemet beror bl a på vilka antaganden som görs om trafikens tidsvariationer. Antag t ex att det totala flödet Q är konstant under lång tid. Det inses att vid jämvikt måste gälla¹⁾

$$Q_i / Q = P_i (Q_1, Q_2 \dots Q_n) \quad (18)$$

vilket ger ett lösbart system av n ekvationer.

Ett vanligt förfarande i många nätutläggningsmetoder är att bestämma flödena $Q_1, Q_2 \dots Q_n$ så, att färdmotstånden är desamma på alla utnyttjade färdvägar (och mindre än färdmotståndet på de färdvägar som inte utnyttjas). Detta leder till ekvationssystemet

$$\begin{aligned} P_1 (Q_1, Q_2 \dots Q_n) &= P_2 (Q_1, Q_2 \dots Q_n) = \dots \\ &= P_n (Q_1, Q_2 \dots Q_n) \end{aligned} \quad (19)$$

(förutsatt att alla färdvägar utnyttjas). Ansatsen ger enkla beräkningar men är tvivelaktig ur beteende-synpunkt: olika trafikanter uppfattar "lika färdmotstånd" på olika sätt.

Ett tredje förfarande, som också är vanligt i nätutläggningsmetoder, är att fördela det totala flödet Q stegvis och med successiv justering av de marginella sannolikheterna $P_i(q_1, q_2 \dots q_n)$. Är stegen tillräckligt små erhålls Q_i som lösningen till systemet

$$Q_i = \int_0^Q P_i (q_1, q_2 \dots q_n) dq \quad (20)$$

Förfarandet ger, till skillnad från ansatserna (18) och (19), unika Q_i även i det allmänna fall då färdvägarna delvis också trafikeras av andra trafikantgrupper, med t ex andra start- och målpunkter.

Lösningen till (20), som i allmänhet blir olik lösningarna till både (18) och (19), motiveras ibland med att den reproducerar förloppet vid trafikflödets tillväxt till ett maximi-belopp. Detta är inte korrekt om $P_i (q_1, q_2 \dots q_n)$ är uppmätta, eller tolkas, som marginella sannolikheter. Om ΔQ fordon passerar under ett visst tidsinter-

1) Det förutsätts att $P_i (Q_1, Q_2 \dots Q_n)$ är avtagande i Q_i men växande i Q_j för alla $j \neq i$.

vall, så förändras flödet Q med ett belopp som säkert är mindre än ΔQ (flödet ackumuleras inte på färdvägarna).

Förutsättningarna (ii), att färdvägsalternativen är kända från start till mål, är uppfylld i sådana beräkningar där nätutläggningen utgår från en resmatris. Detta är som regel fallet i tillämpningar inom översiktlig planering för tätorter.

För tillämpningen inom detaljplanering, som t ex att förutsäga effekten av vissa trafikregleringsåtgärder, är resornas start och mål vanligen okända och belägna utanför det behandlade området. "Resmatrisen" avseende resor mellan olika in- och utfarter i områdesgränsen förutsätts dock bestämd, t ex med hjälp av en destinationsundersökning. Vid nätutläggningen måste antas att vägvalen inom området är oberoende av resornas reella start- och målpunkter. Denna approximation är av samma art som den sekventiella beskrivningen av vägvalet i olika brytningspunkter (enligt FIGUR 2), vilken tillämpas i flertalet befintliga nätutläggningsmetoder.

2.3.4 Sammanfattning av ställda hypoteser

Följande hypoteser är centrala för denna studie:

1. Bilisters val mellan alternativa färdvägar i tätorter kan beskrivas med en modell av typen

$$P_i = P(U_i < U_j \quad ; \quad j = 1, 2 \dots n \quad ; \quad j \neq i)$$

där $i = 1, 2 \dots n$

2. Den statistiska fördelningen för färdmotstånden U_i kan väsentligen förklaras av dels olika trafikanters olika skattningar av väg- och trafikkaraktäristika, dels deras olika värderingar av dessa karaktäristikas relativa betydelser.
3. De statistiska fördelningarna för dessa skattningar och för dessa värderingar kan i sin tur förklaras av olika mätbara karaktäristika för trafikanten och för den aktuella färden samt av olika mätbara väg- och trafikkaraktäristika.

4. Den enligt ovan framtagna vägvalsmodellen kan tjäna som referensram för granskning av olika hypoteser i sådana befintliga praktiska beräkningsmetoder, vilka utnyttjar vägvalsmodeller, samt för att åtminstone på sikt generera förbättrade sådana beräkningsmetoder.

Utöver dessa huvudhypoteser avser studien att inom ramen för ovan beskrivna modell testa ett flertal hypoteser rörande den specifika inverkan av olika faktorer på vägvalet. De viktigaste av dessa har berörts i avsnitt 2.3.2.

3. VÄGVALSUNDERSÖKNING

3.1 Val av undersökningsmetod

3.1.1 Metoder för insamling av vägvalsdata

Om med vägvalsdata avses andel trafikanter som väljer ett visst av flera färdvägsalternativ, jämte en beskrivning av dessa alternativ, finns tre tänkbara principer för datainsamling:

- sammanställning av befintliga data, t ex från tidigare undersökningar
- trafikobservationer, t ex med s k nummerskrivningsmetod
- intervju- eller enkätmetoder

Mot bakgrund av syftet med denna undersökning var endast sistnämnda alternativ aktuellt. Med hänsyn till urvalsförfarandet, oavsett vilken intervjuform som tillämpas, kan för detta alternativ fyra principer särskiljas:

- a) ett urval av trafikanter i observationspunkter på vissa färdvägar
- b) ett urval av individer utan kontroll av start- och målpunkter
- c) ett urval med kontroll av endera start- eller målpunkter
- d) ett urval med kontroll av både start- och målpunkter

Det första alternativet bedömdes som olämpligt för tätortstrafik. Av de övriga valdes alternativ (d), emedan den statistiska utvärderingen av vissa hypoteser kräver ett flertal individer för varje färdvägsalternativ. Dock var för restypen bostad - arbete en viss "utspridning" av ena ändpunkten oundviklig (här vad avser bostadens läge), vilket minskar urvalets effektivitet. Den optimala avvägningen mellan sample-storlek och antal sample (start/målkombinationer) uppskattades på lösa grunder (se avsnitt 3.2).

Som intervjumetod hade i två förundersökningar testats enkätformulär vilka insamlades manuellt (Andersson, Bengtsson, Norrthon och Stigenhag 1971 samt Douhan och Ringström 1970). Kvarstående

frågetecken berörde i första hand möjligheten att genomföra attitydmätningar och i någon mån tillförlitligheten i givna vägbeskrivningar. För den aktuella undersökningen valdes en kombination av enkäter och besöksintervjuer, med ca 40 % av urvalet för den senare formen. Attitydmätningar genomfördes därvid endast för besöksintervjuerna. Genom en viss överlappning i respektive urval kunde också tillförlitligheten av enkätsvaren kontrolleras.

3.1.2 Metoder för attitydmätningar

Med "attityd" bör avses (Kretch 1962) ett för en individ specifikt, någorlunda varaktigt system av tre komponenter i relation till ett visst objekt:

- kognitiva komponenten: (subjektiva) kunskaper och åsikter om objektet
- känslomässiga " : den "affekt" objektet associerar
- aktiva " : tendenser till konkreta handlingar gentemot objektet

Varje komponent i en persons attityd till ett objekt karaktäriseras av dels dess valens (= grad av fördelaktighet eller ofördelaktighet), dels dess komplexitet (= t ex antalet olika omdömen om objektet). De tre komponenternas valens är oftast inbördes korrelerade. Med attitydmätning avses oftast, och så också här, mätningar av den kognitiva komponentens valens.

Ett första kriterium för att en attitydmätning skall vara meningsfull är att attityden till det efterfrågade objektet faktiskt existerar. Att så är fallet här är en hypotes som måste testas. Utbildandet av en attityd sker successivt, i samverkan med omgivningen. En person som aldrig haft anledning "intressera sig för" det efterfrågade objektet kan inte förväntas ta ställning till det med någon större övertygelse.

Existerande attitydmätningmetoder har utvecklats inom samhällsvetenskaperna, vilka också dominerar tillämpningarna. Vanligast är s k scaling-metoder, vilka baseras på en skala av olika s k items, utvalda på visst sätt (olika för olika metoder). Ur mönstret av en persons svar på dessa items (frågor, påståenden o dyl) beräknas ett

numeriskt skalvärde, vilket antages mäta valensen i personens attityd gentemot objektet. För en beskrivning av de två mest använda scaling-metoderna se Thurstone 1929 samt Likert 1962. Bland andra metoder som också tillämpats inom trafikplaneringen (Sommers 1971) märks den s k semantiska differentialmetoden, se Osgood 1957.

För studier av individers (t ex trafikanters) preferenser har attitydmätningsskallmetoder framför alternativet, att söka beräkna preferenser ur faktiska beteenden, den fördelen att resultaten blir mindre bundna till befintliga handlingsmöjligheter. De viktigaste tillämpningarna inom trafikplaneringen avser också preferenser för hypotetiska framtida företeelser, t ex nya trafikmedel (Golob 1972 m fl).

En väsentlig skillnad mellan tillämpningarna inom t ex psykologin, där metoderna utvecklats, och trafikplaneringen är att intresset i det förre fallet oftast koncentreras till olika personers attityder till samma objekt men i det senare till en "genomsnittspersons" attityder till olika objekt (t ex olika färdmedel eller färdvägar).

Inte desto mindre utnyttjas s k preferens- eller acceptanstal, bestämda genom attitydmätningar, ofta t o m för direkt prediktion av t ex färdmedelsval (Harrison 1971, Sommers 1971 m fl). Det vore en orimlig förhoppning att lita till enbart attitydmätningar för så långtgående resultat vad avser färdvägsval, där attityderna dessutom kan antagas vara betydligt vagare än vad som är fallet vid färdmedelsval.

Det primära syftet med den del av denna studie som berör attitydfrågor är i stället att erhålla en mer nyanserad bild av bilisters värderingar av olika egenskaper i trafiksystemet, än vad som kan deduceras ur enbart faktiska beteenden, samt av dessa värderingar samband med olika andra faktorer. Attitydmätningar med detta syfte har tidigare visat sig kunna ge meningsfulla resultat (Wachs 1967).

3.1.3 Slutsatser för den aktuella undersökningen. Intervjuformulär.

För undersökningen utnyttjades dels besöksintervjuer, med ett omfattande frågeformulär innefattande bl a en attitydstudie, dels postenkäter med ett enklare formulär. Som undersökningspopulationer valdes för restypen bostad- arbetsplats anställda vid vissa företag, bosatta inom begränsade områden (postnummerområden). För övriga restyper gjordes ett urval bland boende inom vissa koncentrerade bostadsområden, varvid intervjupersonen tillfrågades om resor till vissa specificerade resmål (t ex ett visst varuhus).

Ett exempel på de använda frågeformulären bifogas (APP. 1), avseende besöksintervjuer samt resor bostad - arbete. Formulären var vad avser vissa frågor (för formuläret i APPENDIX 1 nr 1-5) något annorlunda för andra restyper. Frågorna vid besöksintervjuerna ställdes av intervjuaren, med formuleringar (enligt instruktion) som var något mer utförliga än vad texten anger. Innebörden av fråga 6 klargjordes således bl a med hjälp av ett exempel.

I det följande skall kort antydvas motiven för de olika frågorna vid besöksintervjuerna.

Frågorna 1 - 4 avser en beskrivning av den efterfrågade resan: målpunkt (fråga 1, för kontroll), P-plats (3), resfrekvens till målet (för övriga restyper efterfrågades också resfrekvens förbi målet) samt vanligaste tidpunkt för avresa (för övriga restyper användes en grövre indelning med bundna svarsalternativ). Anledningen härtill är främst att valet av färdvägar vid tidigare undersökningar (Ueberschauer 1969, Beenshof 1970 m fl) visats bero mer av genomsnittliga än av tillfälliga förhållanden (avseende trafikflöden etc.).

Fråga 5 avser den oftast valda färdvägen (förutsatt att inga ärenden uträttas på vägen). En spontan beskrivning eftersträvdades, eventuellt med kompletterande frågor av intervjuaren om beskrivningen inte var entydig. Karta visades ej, för att undvika eventuella eftertærrationaliseringar från intervjupersonen.

Fråga 6 är den attitydfråga, vars syfte specificerades i 3.1.2 ovan. Frågeformen är av typ "scaling", med bundna svarsalternativ. De fjorton olika aspekterna, vilkas relativa betydelse efterfrågades, är utvalda och formulerade på grundval av dels tidigare undersökningar, (främst Wachs 1967) dels en förundersökning med öppna svarsalternativ (Andersson, Bengtsson, Norrthon och Stigenberg 1971). Aspekterna är här relaterade till en viss färdväg (den mest valda). Nackdelen med denna formulering är främst att svaren blir beroende av de faktiska skillnaderna mellan denna väg och andra möjliga färdvägar, och resultatet således mindre generaliserbart.¹⁾ En mer generell formulering, utan anknytning till någon viss färdväg eller färd, skulle å andra sidan bli mer abstrakt och resultatet därigenom svårtydbart.

I frågorna 7 - 8 frågas efter restid (exklusive gångtid) och väglängd för den oftast valda vägen. Vid särskilt diffusa svar efterfrågades preciseringar.

Frågorna 9 - 13 avser en eventuell alternativ färdväg, vid flera alternativ den som oftast väljs (förutsatt att resan inte har andra mål längs vägen). Begreppet "alternativ" preciserades till att inte innefatta så små skillnader som t ex enbart en annan infart till samma parkeringsplats. Om en alternativ färdväg utnyttjats (inom viss specificerad tidrymd) efterfrågades hur ofta (i relation till den första; fråga 11) samt främsta anledning (fråga 12).

Syftet med att också efterfråga en alternativ färdväg var att studera hur skillnader mellan olika färdvägar uppfattas subjektivt (frågorna 14 - 16) för att senare relatera dessa subjektiva (skattade) skillnader till "verkliga" skillnader vad avser restid etc.²⁾ En annan möjlighet att uppnå detta syfte kunde vara att referera skillnaderna till en viss, av intervjuaren given färdväg. Detta skulle haft fördelen att en viss eventuell otydlighet i tolkningen

1) Med benämningar enligt avsnitt 2.3.2 (formel 16) kan detta uttryckas så att fråga 6 snarare mäter produkten $A_k X_{ik}$ än enbart vikten A_k .

2) Med benämningar enligt avsnitt 2.3.2 är således syftet att mäta relationer mellan $(X_{ik} - X_{jk})$ och $(x_{ik} - x_{jk})$.

av "alternativ" eliminerats, men skulle å andra sidan sannolikt inneburit en lägre tillförlitlighet i skattningen av skillnaden.

Frågorna 14 - 16 avser de skattade skillnaderna mellan de två uppgivna färdvägarna, vad avser både kvantifierade (14 - 15) och icke kvantifierade egenskaper. Urvalet av de senare motsvarar urvalet av aspekter i fråga 6. Det är väsentligt för tolkningen, och underströks för var och en av de 4 - 5 först upplästa faktorerna, att jämförelsen endast avser en faktor i taget. Frågor av liknande typ har använts för studier av färdmedelsval (Sommers 1971).

Fråga 17 är resultatet av ett kanske naivt försök att undersöka samband mellan i första hand uppgivna preferenser (fråga 6) och eventuella, mer generella attityder till några vanliga trafikproblem. De funna sambanden var emellertid svaga och mångtydiga, möjligen beroende på att de valda exemplen är olämpliga eller olämpligt formulerade, och medger inga slutsatser. Fråga 17 berörs därför ej vidare.

Fråga 18, slutligen, avser olika personuppgifter: kön (ifylldes utan fråga), ålder, hushållsstorlek, huvudsaklig sysselsättning samt årlig körsträcka (personligen) med bil. Tidigare undersökningar (Beenshof 1970) har visat på mycket liten inverkan av dessa variabler, vilka dessutom sällan kan utnyttjas praktiskt i t ex prognoser för vägval. Att inverkan är liten ansågs dock behöva verifieras, eftersom i annat fall personurvalet kunnat vara av betydelse för resultaten. Inkomst efterfrågades ej. Ett något subjektivt mått på utbildning/status kodades dock i efterhand med ledning av, för arbetsplatsurvalet, den erhållna uppdelningen i tjänstemän resp kollektivanställda och för övriga titel enligt telefonkatalog eller adressregister.

I formulären för postenkäten uteslöts frågorna 6 - 8, 12 samt 17 - 18 i förhållande till det för besöksintervjuerna ovan beskrivna. Frågorna 14 - 16, avseende uppskattade skillnader mellan färdvägsalternativ, inkluderades emellertid även här eftersom ett större urval bedömdes som erforderligt.

3.2 Val av undersökningspopulation

Av de objektiva mått, vilka kunde beaktas vid urvalet, var färdvägarnas karaktäristika säkert de viktigaste. Även vissa egenskaper för den aktuella färden, som resändamål, reslängd och resfrekvens (till färdmålet), kunde antagas vara av betydelse. Personkaraktäristika som ålder, kön, hushållsstorlek etc antogs spela en underordnad roll och beaktades inte särskilt vid urvalet. Genom att också dessa data insamlades kunde denna hypotes testas. Om den visat sig felaktig skulle resultaten eventuellt korrigeras i efterhand, genom ett uppskrivningsförfarande.

Med avseende på resändamål och (indirekt) resfrekvens definierades vid urvalet tre typer av resor:¹⁾

1. resor mellan bostad och arbetsplats
2. resor mellan bostad och stadscentrum (ändamål efterfrågades)
3. resor mellan bostad och annat normalt mer sällan frekventerat resmål, som t ex stadens lasarett (ändamål efterfrågades ej).

Resor av de två förstnämnda typerna bedömdes som mest intressanta, emedan de oftast blir utslagsgivande vid dimensionering av gatunäten i tätorter (genomfartstrafik och extern trafik obeaktat). Den tredje typen kan inte desto mindre dominera antalsmässigt för dygnet som helhet.

För varje restyp enligt 1 - 3 utvaldes som undersökningsobjekt ett antal kombinationer av start- och målområden, efter följande principer:

- endast två tätorter (Malmö och Lund) kunde ifrågakomma, av ekonomiska skäl (kostnader för uppmätning av restider m m)
- minst 50 - 60 intervjuer bedömdes som erforderligt för varje områdeskombination, av hänsyn till de statistiska kraven vid bearbetningen (en mycket grov uppskattning)

1) Begreppet resa används här i betydelsen enkelledig förflyttning med bil.

- det relativt lilla antal av områdeskombinationer, mellan vilka vägvalet skulle kunna studeras, omöjliggjorde ett slumpmässigt urval av områden. I ett sådant skulle sannolikt en stor del av områdeskombinationerna bli "ointressanta", t ex därför att endast ett rimligt färdvägsalternativ förelåg. Områden valdes därför systematiskt så, att dels flera färdvägsalternativ förelåg för varje kombination, dels trafikleder av olika typer (m a p tvärsektion, korsningstäthet, belastningar etc) blev representerade, dels en viss spridning i reslängderna erhöles.

Det slutliga urvalet av områdeskombinationer beskrivs i APP. 2. Urvalet har i huvudsak begränsats till resor inom några få större sektorer av resp gatunät, i Malmö t ex en nord-sydlig sektor.

Urvalet av områdeskombinationer för resor mellan bostad och arbetsplats avser av praktiska skäl ett fåtal (tre) större arbetsplatser samt för varje sådan två - fyra koncentrerade bostadsområden. Det slutliga urvalet av personer gjordes från av resp företag vänligen tillhandahållna adresslistor.

För övriga resttyper tillämpades något olika urvalsförfaranden för besöksintervjuer resp postenkäter. För besöksintervjuerna gjordes ett totalurval i vissa fastigheter eller trappuppgångar. Utsändningen av postenkäterna baserades på ett maskinellt framtaget urval från mantalsregistret i Malmö, efter kommunens områdesindelning. I båda fallen insamlades endast ett formulär per hushåll, enligt anvisningarna från "den hushållsmedlem, som kör bil mest". Den skevhet i urvalet som erhöles med ett sådant förfarande, med t ex en sannolik underrepresentation av kvinnliga bilförare, antogs vara acceptabel (denna hypotes skulle kunna testas).

3.3 Genomförande av intervjuundersökningen

Besöksintervjuerna genomfördes av anställd personal (14 personer). Flertalet hade tidigare erfarenhet av intervjuundersökningar och/eller utbildning i intervjuteknik. Av administrativa skäl genomförde varje intervjuare i huvudsak alla intervjuer avseende en områdeskombination (ett bostadsområde). För kontroll av eventuella

systematiska skillnader beroende på intervjutekniken permuterades dock fem av intervjuarna mellan olika områden.

För intervjuförfarandet utarbetades en detaljerad instruktion. Instruktioner gavs vidare muntligen vid en inledande sammankomst, efter testintervjuer (2 - 3 per intervjuare) samt vid behov under den tid arbetet pågick.

Före besöksintervjuerna utsändes en cirkulärskrivelse till utvalda personer, varefter intervjuarna avtalade tid per telefon eller vid ett personligt besök. Vid denna kontakt bortsorterades också personer som sällan eller aldrig disponerade bil samt personer som inte talade svenska språket. Själva intervjun genomfördes normalt på 20 - 30 minuter. Genom stickprov kontrollerades att intervjuerna ägt rum som uppgivits.

Postenkäten utsändes tillsammans med ett brev, som beskrev undersökningens syfte och som också innehöll vissa instruktioner, samt ett frankerat och adresserat svarskuvert. Även personer (hushåll) som inte disponerade bil ombads återsända formuläret för kontroll av urvalet. Efter ca tre veckor utsändes en påminnelse till dem som ej svarat.

Bortfall samt andra aspekter på undersökningens representativitet beskrivs under 3.6.3 nedan.

3.4 Undersökning av väg- och trafikkaraktäristika

3.4.1 Insamling av väg- och trafikdata

Från tidigare undersökningar stod klart att restid- och väglängdsdifferenser mellan olika färdvägsalternativ inverkar i hög grad på valet av alternativ (se avsnitt 2.2). Skulle också inverkan av andra faktorer på vägvalet kunna beskrivas kvantitativt, måste dessa differenser mätas med hög noggrannhet.

Restiderna samt övriga i tiden varierande mått, bör vidare mätas och beskrivas för de förhållanden som råder vid den tidpunkt de studerade resorna äger rum. Enligt refererade undersökningar influeras vägvalet dock i liten utsträckning av de tillfälliga varia-

tionerna i trafikförhållandena mellan t ex samma tidpunkter olika veckodagar (för i varje fall resor bostad-arbete). Denna hypotes, som också utnyttjats vid utformningen av intervjuformulären, kunde i viss utsträckning testas i efterhand.

Restider, och alla övriga i tiden variabla väg- och trafikkaraktäristika, mättes och beskrevs därför som medelvärden vilka bildades på olika sätt för olika restyper. För resor bostad - arbete (med vissa individuella undantag i intervallet kl 5 - 9 f m) bildades medelvärdena över 6 - min perioder inom vardagsdygn (oavsett veckodag, vecka etc). För övriga restyper konstruerades viktade medelvärden i princip över de fyra tidsperioder, vilka specificerades i intervjuformulären: kl 8 - 16 måndag-fredag, kl 16 - 18 måndag-fredag, kl 9 - 15 lördagar samt söndagar eller lördagar efter kl 15.

Som minsta enhet vid beskrivning av trafikledsnätet användes enkelriktade länkar, definierade som sträckningar mellan sådana korsningar, där sannolikheten att behöva stanna var påtaglig (tillfarter med trafiksignaler, stopp- eller väjningsplikt). I korsningar definierades varje fordonsström i en riktning i princip som en länk, dock karaktäriserad av andra variabler än länken.

För bestämning av trafikflödena på varje länk förelåg för Malmö aktuella och mycket detaljerade trafikräkningar (avseende 15 -min perioder). Dessa kompletterades under den tid restidsmätningarna pågick med räkningar i endast tre punkter, i huvudsak för kontroll av eventuella systematiska avvikelser under mätdagarna. För justeringar m h t vecko- och årstidsvariationer utnyttjades kommunens egna uppgifter. För bestämning av flödena på de länkar, där aktuella räkningar ej fanns att tillgå, utnyttjades framskrivna resultat från tidigare års räkningar och i sista hand egna uppskattningar (i huvudsak endast för mindre trafikerade länkar, som gator inom bostadsområden).

För Lund förelåg ett mindre detaljerat material. Trafikräkningar företogs därför i tolv olika punkter, väsentligen på de sekundärleder som ingick i den studerade delen av nätet och under de dagar restidsmätningarna pågick. För matarleder och gator gjordes endast skönsmässiga uppskattningar (grundade på lokalkännedom). Tidsvaria-

tionerna under dygnet och veckan studerades i sex av de tolv punkterna och uppskattades med ledning härav också för övriga punkter.

Den viktigaste tillämpningen av dessa flödesuppgifter avsåg prediktion av restider, vilka av ekonomiska skäl inte kunde mätas vid varje tidpunkt på alla länkar. Den erhållna noggrannheten bedömdes som tillräcklig för detta ändamål.

Med syfte främst att kalibrera de teoretiska modellerna för restidsberäkning, på olika nivåer, genomfördes relativt omfattande restidsmätningar med bil i Malmö och Lund. Totalt kördes ca 3000 km. Mätrutterna inkluderade ca 70 % av de kodade länkarna, vilka genomförs 3-12 gånger. Ca hälften av mättiden avsåg morgontrafikförhållanden, kl 6 - 8. Schemat var så konstruerat att restidens variationer med tid på dygnet och veckodag kunde studeras mer utförligt för vissa färdvägar.

Mätningarna genomfördes med s k floating-car teknik och kronometrar. För varje länk noterades separat restid (= körtid + stopptid), stopptid och antal stopp.¹⁾

Utöver de nämnda variablerna flöde och körtid (vid visst flöde) bestämdes och kodades också följande karaktäristika för varje enkelriktad länk:

- väglängd (m, mättes med planimeter på karta)
- körbanebredd (m, mättes eller uppskattades i fält)
- kantstensparkering (% av väglängden. Uppskattades i fält)
- antal korsningar (utan risk för stopp) per km, inklusive utfarter från t ex servicestationer
- korsande gångtrafikflöde (tre klasser, uppskattades)
- medlöpande cykeltrafikflöde (tre klasser, uppskattades)
- enkelriktning
- hastighetsgräns
- grader vinkeländring per km, i horisontalplanet.

För korsningar med risk för stopp kodades variablerna flöde (i

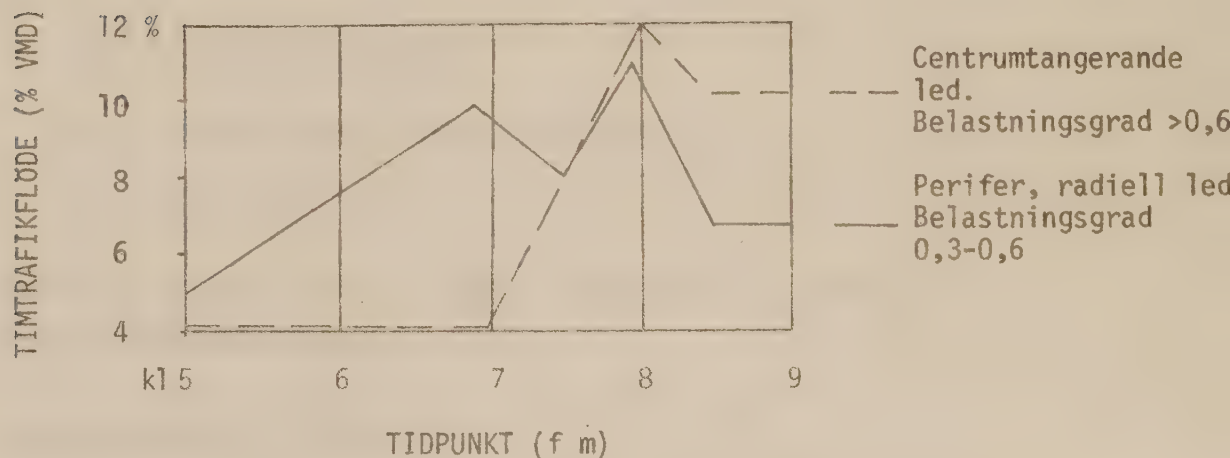
1) "Stopp" definierades som stillastående. En framryckning i kö före en korsning, mellan två perioder av stillastående, räknades dock som en del av en sammanträngande stopp-period.

samma körriktning), typ av reglering samt vissa variabler vilka erfordrades vid beräkning av stopptider och antal stopp (se 3.4.2 nedan).

För såväl länkar som korsningar kodades slutligen också ett index för flödets tidsvariationer (se 3.4.2) samt ett grovt mått på kapaciteten.

3.4.2 Kalibrering av väg- och trafikdata

Flödets tidsvariationer under morgontrafikförhållanden vardagar (kl 05 - 09) utvärderades med hjälp av kurvor av typ enligt FIG 3, i relation till vardagsmedeldygnstrafiken för länkar. Nio olika sådana kurvor konstruerades (sex för Malmö, tre för Lund), genom visuell anpassning till uppmätta tidsvariationer (plottade för ett 30-tal länkar i Malmö, 6 i Lund). De olika kurvorna representerar i första hand olika avstånd till centrum, olika riktningar (radiell eller tangentiell) och olika belastningsgrader.¹⁾ Varje utnyttjad länk klassificerades efter någon av dessa nio former.



FIGUR 3.. Flödets tidsvariationer under morgontimmarna på olika länkar. Exempel på använda kurvformer (avser Malmö).

1) Belastningsgraden definieras här som förhållandet mellan största timtrafikflöde under VMD och kapaciteten för själva länken, dess tillfart eller dess frånfart (vilken som är lägst).

Flödet vid andra tidpunkter, dvs huvudsakligen vid resor av typerna 2 och 3, beräknades för samma nio klasser av länkar som medelvärden över de fyra tidsintervallen enligt intervjuformulären.

För prediktion av restiden längs en viss färdväg vid en viss tidpunkt erfordrades en modell för sambandet mellan restid och flöde. Restiden önskades också uppdelad i dels färdtid, dels stillastående tid. Den använda modellen beskrivs nedan relativt detaljerat.

Medelrestiden T_i längs en färdväg i (vid en viss tidpunkt) antages kunna uttryckas som summan av medelkörtiden t_{iL} på alla länkar (inverkan av korsningar obeaktat) och summan av medelfördröjningarna d_{ik} i alla korsningar (inklusive influensområdet uppströms korsningen).

Länkar mellan korsningar

Medelfärdtiden t_{iL} längs en länk beräknas som:

$$t_{iL} = L_{iL} / (a_{iL} - b_{iL} \cdot q_{iL}) \quad (21)$$

där

L_{iL} = länkens längd (m)

q_{iL} = flöde i samma körriktning (f/t)

a_{iL}, b_{iL} = konstanter

Flödet q_{iL} antages bero av tiden, konstanterna a_{iL} och b_{iL} av länkens utformning m m.

Signalreglerade tillfarter

Medelfördröjningen D_{iK} för en tillfart till en korsning K beräknas som:

$$D_{iK} = S_{iK} \cdot e + d_{iK} \quad (22)$$

där e är en generell konstant, S_{iK} sannolikheten att ett fordon behöver stanna och d_{iK} stopptiden. De två sistnämnda variablerna

beräknas enligt:

$$S_{iK} = \frac{1 - \lambda}{1 - q'/s} \quad (23)$$

$$d_{iK} = \frac{c (1 - \lambda)^2}{2 (1 - \lambda z)} + \frac{B^2}{2q' (1 - B)} \quad (24)$$

där

c = omloppstid (här antagen konstant = 66 s)

q' = flöde per körfält i tillfarten (f/t)

λ = andel gröntid för tillfarten (här antagen proportionell mot största flöde per körfält i respektive fas)

s = mättnadsflöde (här antaget = 1600 f/t)

$B = q'/(s) =$ belastningsgraden

Tillfarter med stopp eller väjningsplikt

Medelfördröjningen D_{iK} för en underordnad tillfart, samt för vänstersvängande fordon från en överordnad tillfart, beräknas enligt formel (22).

Därvid insätts:

$$S_{iK} = \begin{cases} 1 & \text{(vid stopplikt)} \\ q'/\mu & \text{(väjningsplikt)} \end{cases} \quad (25)$$

$$d_{iK} = 1/(\mu - q') \quad (26)$$

$$\mu = q''/(e^{aq''} - aq'' - 1) \quad (27)$$

där

q' = flöde per körfält i tillfarten (f/sek)

q'' = korsande företrädesberättigat flöde (f/sek)

a = konstant (här antagen = 6 sek vid stopp-plikt
och = 5 sek vid väjningsplikt)

Parametern μ definieras av formel (27) och är ett mått på tillfartens kapacitet (f/sek). Det överordnade flödet q'' beräknas här utan hänsyn till andelen svängande fordon.

För en diskussion av formlerna (21) - (27) jämte de här valda parametervärdena hänvisas till Statens Vägverk Kapacitetsutredning 1973. Bland speciellt grova approximationer kan t ex framhållas att ingen hänsyn tagits till svängande trafik i korsningar och att omloppstider och fasföljder i enskilda signalanläggningar inte beaktats.¹⁾

Beräkningsmodellen kalibrerades därefter genom regression på uppmätta data, i huvuddrag enligt följande:

Länkar

Av olika testade regressionsansatser erhöles som bästa modell, för länkar med hastighetsbegränsningen 50 km/t²):

$$t_{iL} = L_{iL} / (a - 0.019 q' + 1.5 L_{iL}) \quad (28)$$

där

t_{iL} = körtid (timmar)

L_{iL} = länkens längd (km), som högst 3,8 km

q' = medlöpande flöde (f/tim)

a = 44,9 km/tim vid 1 körfält i körriktningen

48,2 km/tim " ≥ 2 " " "

Regressionen utfördes lineärt på uppmätta körhastigheter (L_{iL}/t_{iL}), varvid från körtiden t_{iL} subtraherades en konstant tid 8,3 sek per uppmätt stopp på länken (se nedan). Andel förklarad varians (R^2) var 76 %.

Vid vägvalsanalysen används modellen (28) endast för att beräkna körtiden på sådana länkar som inte representerats vid restidsmätningarna. För övriga länkar beräknades parametern a individuellt för varje länk, med utgångspunkt från modell (28).³⁾

1) För tre korsningar i Malmö, där dessa approximationer skulle varit väl grova, justerades dock de generella parametrarna.

2) För andra länkar fanns mycket få observationer.

3) Dvs a beräknades som medelvärdet av observerade värden på uttrycket $[L_{iL}/t_{iL} + 0.019 q' - 1.5 L_{iL}]$ för alla observationer avseende länken. Från t_{iL} subtraherades därvid först 8,3 sek per uppmätt stopp.

Korsningar

Parametern e i formel (22) kan tolkas som den längre körtid som erhålls om ett fordon måste stanna, på grund av retardations- och accelerationsförluster. Denna parameter bestämdes före alla övriga, genom regression av antalet stopp längs en hel körrutt (ca 10-20 länkar) på körtiden längs ruten. Endast observationer avseende samma tidpunkt på dygnet medtogs därvid. Som medelvärde erhöles $e = 8,3$ sek (eventuell inverkan av andra variabler studerades ej).

Modellerna (24) och (26) för stopptiden i tillfarter med signalreglering resp med stopp- eller väjningsplikt kalibrerades mot enskilda uppmätta värden varvid erhöles:

$$\text{Signalreglering (24): } d' = 2.3 + 0.81 d \quad (29)$$

$$\text{Annan reglering (26): } d' = 1.8 + 0.76 d \quad (30)$$

där d' betecknar uppmätta och d beräknade värden. Andel förklarad varians (R^2) var 67 resp 62 % (ansats 29 resp 30). Inverkan av flödena (q' resp q' och q'') testades men gav ingen signifikant förbättring av modellerna.

En motsvarande kalibrering av formlerna (23) och (25), avseende sannolikheten för stopp, testades men gav så låga förklaringsgrader ($R^2 < 40$ %) att den ej kunde accepteras.

Vid vägvalsanalysen beräknas således fördröjningen i korsningar (med ett fåtal undantag) enligt modellerna (22) - (27), varvid dock formerna (24) och (26) justeras enligt (29) resp (30).

En variansanalys av restiderna längs olika uppmätta körrutter gav vid handen att den konstruerade och kalibrerade modellen förklarar 68 % av variansen i restiden vid en viss tidpunkt på morgonen. Av resterande 32 % tillskrivs 18 % uppmätta "slumpvariationer" i trafikflödet mellan olika veckodagar (vardagar) och osäkerhet i modellen för flödesberäkning, samt 14 % osäkerhet i modellen för restidsberäkning vid givna flöden.

Denna osäkerhet innebär mer konkret att standardavvikelsen i den beräknade restiden för en färd å ca 15 minuter är ca 2,6 minuter, vid prediktion avseende en viss dag (gäller resor

bostad - arbete vid en given tid på dygnet). Enligt uppställd hypotes är emellertid medelrestiden i genomsnitt över flera dagar mer intressant. Felet i denna medelrestid är betydligt mindre, ca 1,1 minuter (ungefär proportionellt mot totala restiden).

3.5 Bearbetningsmetoder

3.5.1 Statistiska metoder

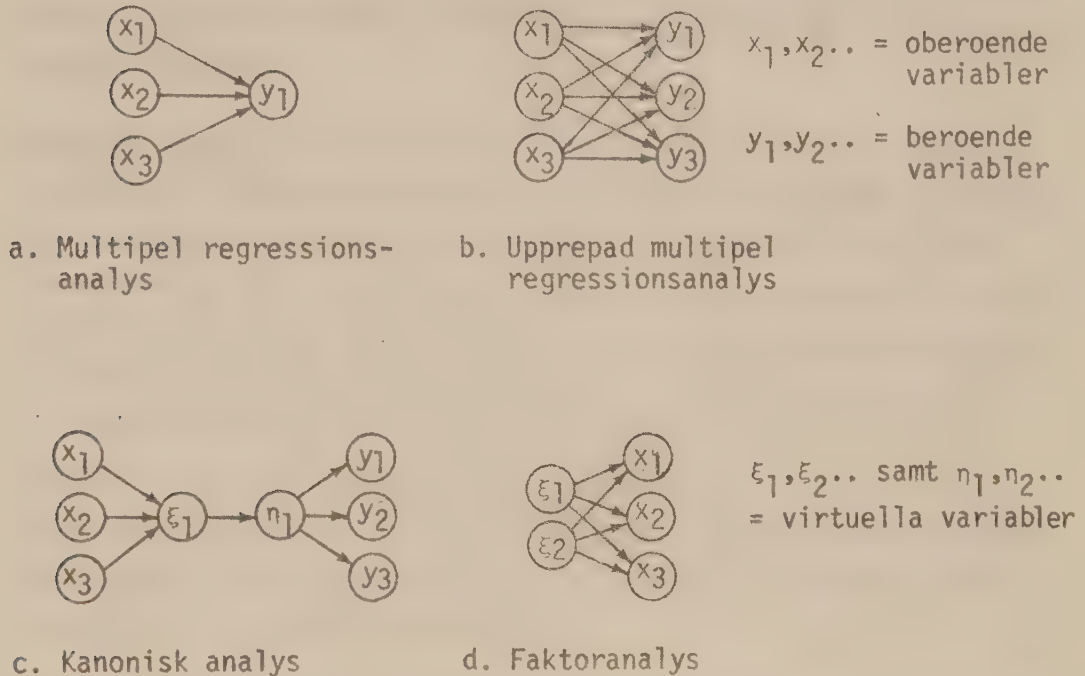
Vid bearbetning av intervjuundersökningen används ett antal statistiska metoder, vilka beskrivs schematiskt nedan. För en matematisk beskrivning hänvisas till Anderson 1958.

Data från intervjuundersökningen kan betraktas som en matris, där varje rad avser observerade variabelvärden (t ex svaren i intervjuformuläret) för en person och varje kolumn således olika värden på en och samma variabel. Också vägvalet beskrivs på detta sätt, genom att karaktäristika för den oftast valda färdvägen resp för andra färdvägsalternativ tillfogas observationsmatrisen som nya kolumner. Detta sätt att beskriva vägvalet, med hjälp av kontinuerliga variabler (attribut), är fundamentalt för den använda metodiken.

Flertalet bearbetningssteg kan beskrivas som operationer på kolumnerna i datamatrisen, vilket kännetecknar s k multivariata statistiska metoder. Speciellt söks efter sådana variabler, vilka i så stor utsträckning som möjligt "förklarar" uppmätta variationer i andra variabler. Begreppet förklaring skall här tolkas i statistisk mening, som en observerad samvariation. Det är inte möjligt att med hjälp av enbart statistiska metoder visa att denna samvariation också innebär ett visst orsak/verkan-samband.

Karaktäristiskt för många av de multivariata metoderna är vidare bruket av s k virtuella variabler, som t ex faktoranalysens "faktorer". Ur statistisk synpunkt är en virtuell variabel en lineärkombination av två eller flera andra, samvarierande variabler, så vald att den ensam kan ersätta de senare (enligt något kriterium).

I FIGUR 4 nedan illustreras principen för de viktigaste här använda multivariata metoderna. Variablerna x_1, x_2 etc och y_1, y_2 etc förutsätts definierade som oberoende resp beroende på grundval av en hypotes om visst orsak/verkan-samband.



FIGUR 4. Schematisk beskrivning av några metoder för multivariat statistisk analys.

Multipel regressionsanalys (a) söker förklara en variabel som beroende av två eller flera andra. Analysen kan upprepas för flera beroende variabler (b).

Regressionsanalys (enligt a) inbegriper speciellt också variansanalys med en- eller flersidig indelning samt en beroende variabel (η_1). Låt nämligen $x_1 = 0$ och $x_1 = 1$ beteckna indelningen i två klasser m a p den första oberoende variabeln, samt förfar på samma sätt m a p övriga oberoende variabler. Om x_1, x_2 etc betraktas som s k dummy-variabler i en multipel regressionsanalys, erhålls en modell som är helt identisk med variansanalysens modell.

Även s k diskriminant-analys kan betraktas som ett specialfall av multipel regressionsanalys. I diskriminant-analysen indelas observationerna i två grupper, för en vägvalsundersökning t ex m a p

vilken av två möjliga färdvägar som föredrages. Därefter bestäms en lineärkombination av observerade variabelvärden, sådan att de två grupperna skiljer sig "så mycket som möjligt" m a p värdena av denna lineärkombination (enligt visst kriterium). Betraktas den beroende variabeln (vald färdväg) som en dummy-variabel med värdet 0 eller 1, erhålls identiskt samma modell med multipel regressionsanalys.

Kanonisk analys (c) "förenklar" förfarandet enligt (b), vid beräkningen av samband mellan två set av variabler, genom att hänföra sambanden till en eller flera mellanliggande "virtuella" variabler per set. Dessa senare definieras och beräknas så, att den av de oberoende variablerna ($x_1, x_2..$) förklarade variansen, i alla de beroende variablerna ($y_1, y_2..$) också gemensamt, blir så stor som möjligt. Ofta betraktas endast det par av virtuella variabler (ξ_1, η_1) mellan vilka korrelationen är störst. Denna s k kanoniska korrelation är ett mått på beroendet mellan variabelgrupper, liksom korrelationen i t ex regressionsanalys mäter beroendet mellan enskilda variabler.

På samma sätt som diskriminant-analys och variansanalys kan sägas vara specialfall av regressionsanalys, så kan multivariat variansanalys (med flera beroende variabler) och multinomial diskriminant-analys (med klassificering i mer än två grupper) visas vara specialfall av kanonisk analys (se t ex de Geer 1971).

Faktoranalys (d) utnyttjar inte begreppen beroende och oberoende variabler, utan söker sådana virtuella variabler som tillsammans och ofta i viss ordning kan beskriva variationerna i ett set studerade variabler ($x_1, x_2..$) så väl som möjligt. Om korrelationerna mellan de ursprungliga variablerna är stora kan de senare på så sätt ersättas av ett färre antal virtuella variabler (faktorer), vilka vid beteendestudier ofta tolkas som bakomliggande "orsaker". Beroende på vilket kriterium som används vid beräkningen av faktorerna kan särskiljas ett flertal metoder (se Harman 1960). Den här använda metoden är s k iterativ komponentanalys med varimax-rotation.

I regressionsanalys och i kanonisk analys förutsätts i allmänhet¹⁾ lineära relationer mellan beroende och oberoende variabler, vilket inte alltid är tillämpligt här. T ex kan andelen trafikanter som väljer en viss färdväg, som funktion av färdvägsalternativens olika egenskaper, endast antaga värden i intervallet 0 - 1 och därför sannolikt bättre beskrivas av en logistisk kurva (S-kurva). Som alternativ till lineär regressionsanalys används i sådana fall probit- eller logitanalys (se avsnitt 2.3.2).

Ett annat speciellt problem är att flera variabler i undersökningen, som t ex svaren på de s k attitydfrågorna i intervjuformuläret, inte har intervallskale-egenskaper utan mäts i ordinalskala (given rangordning men okända, ej ekvidistanta intervall).. Andra variabler, som t ex kön, har endast nominalskale-egenskaper (inte ens rangordning utan bara klassificering).

En korrekt behandling av dessa variabler förutsätter att s k icke-parametriska metoder används för hypotestest, och att korrelationer definieras och beräknas på ett annat och mer komplicerat sätt. Från dessa och liknande krav har dock bortsetts i sådana explorativa skeden av bearbetningen, där grovt approximativa beräkningar varit tillfyllest och där de kvalitativa slutsatserna inte rimligen kunnat påverkas.

3.5.2 Databehandlingsmetoder

All information från intervjuformulären kodades och stansades, efter en manuell rimlighetskontroll, samt lagrades i dator som en observationsmatris. Uppgivna färdvägsalternativ betecknades därvid endast med en seriell numrering per områdeskombination. Start- och måladresser betecknades genom en finindelning av varje område i 1 - 10 delområden. Till denna matris fogades efterhand ytterligare variabler, såsom de uppgivna färdvägsalternativens karaktäristika och framräknade "virtuella" variabler.

1) Förutsättningen kan frångås med hjälp av dummy-variabel-teknik, vilken dock är olämplig vid ett större antal kontinuerliga, oberoende variabler.

Alla länkar, inklusive fordonsströmmar i korsningar, kodades och lagrades jämte alla uppmätta karaktäristika i en separat matris. Färdtider (etc) beskrevs därvid som referensvärden för viss tidpunkt, vilket jämte den angivna typklassen m a p flödets tidsvariationer var tillräckligt för att beräkna färdtiderna vid godtycklig tidpunkt.

Från delområdena med start- och målpunkter ansattes förbindelse-länkar till nätet, representerande medelförhållanden inom dessa delområden. Dessa var valda så små, att dels endast ett realistiskt färdvägsalternativ fanns inom delområdet, dels felet vid medelvärdesbildningen för varje enskild intervjuperson inte kunde överstiga en minuts restid (räknat från parkeringsplatsen).

Med hjälp av en kodad översättningsmatris från färdvägsalternativ till länkar kunde därefter egenskaperna för alla uppgivna (och ytterligare ett antal) färdvägar beskrivas, liksom för godtyckliga delar av sådana färdvägar (t ex mellan olika brytpunkter). Den valda detaljeringsgraden, enligt vilken t ex färdtiden beräknas individuellt till olika delområden (i princip parkeringsplatser), och för olika tidpunkter, innebär att praktiskt taget varje intervju svar motsvaras av olika färdtider. Detta förfarande medför också vissa praktiska nackdelar: skall valet mellan två färdvägsalternativ uttryckas med andel trafikanter, och ej individuellt, erfordras en medelvärdesbildning över t ex de individuella färdtiderna för aktuella trafikanter. Vanligen varierar dock skillnaden i färdtid mellan parallella alternativ (i absoluta tal) betydligt mindre med tidpunkten för resan än de totala färdtiderna.

För den statistiska bearbetningen utnyttjades väsentligen befintliga, väl beprövade standardprogram (BMD) eller subrutiner (IMSL eller Univac STATPACK). Logit- och probitanalys på individdata (ej aggregerade) utfördes med ett amerikanskt program (PROLOG), tidigare bl a använt för studier av färdmedelsval i Stockholmsregionen. Vissa program framtogs emellertid för ändamålet, i svårare fall med hjälp av lämplig expertis. Detta gäller t ex metoder för icke-lineär regression med speciella ansatser (iterativ bestämning av parametrar med maximum-likelihood kriterium),

3.6 Beskrivning av insamlade data

3.6.1 Intervjupopulationen

I APPENDIX 3 redovisas en sammanställning av bakgrundsdata för den vid besöksintervjuerna erhållna populationen.

Populationens sammansättning är, t ex vad avser variablerna "kön" och "sysselsättning", inte representativ för en normalpopulation av personer över 18 år. Avvikelserna från en normalpopulation av bilförare, valda i relation till olika personkategoriers alstrings-tal för bilresor, är dock sannolikt små.

Sammansättningen företer vissa systematiska skillnader mellan dels olika restyper, dels olika områdeskombinationer för varje restyp. Yngre, heltidsarbetande män är något mer frekventa i urvalet avseende resor av typ bostad - arbete än i urvalen för övriga restyper (signifikant med Chi-två kriterium). För de senare restyperna avviker två av de sju bostadsområden, i vilka urval gjordes, signifikant från hela populationens fördelning i vad avser befolkningens ålder och utbildning. Urvalet för arbetsresor företer inga sådana skillnader. De tre arbetsplatserna är alla större industrier med dominans av manlig arbetskraft.

4.6.2 Väg- och trafikdata

I APPENDIX 4 redovisas en sammanställning av olika uppgifter om de kodade länkarna i de studerade trafikledsnäten (medelvärden samt största och minsta värden i materialet). De studerade färdvägarna är av 1 - 10 km längd och omfattar vardera 5 - 30 länkar, exklusive de som "länkar" definierade körsträckorna i större korsningar.

De studerade gatunäten kan sägas vara av traditionell typ, med en relativt låg grad av differentiering. I Malmö har flertalet studerade färdvägar en radiell riktning, genom eller strax förbi centrum. Möjliga färdvägar består delvis av starkt trafikerade sekundärleder av mycket varierande standard, delvis av mindre, tvärgående gator i äldre halvcentrala och centrala bostadsområden.

Lund har en gammal bebyggelsestruktur i koncentrisk ringar. Trafikledsnätet är radiellt med i huvudsak två s k ringvägar, varav den inre fungerar som sökarled för centrum (biltrafik genom centrum är förbjuden). Studerade färdvägar avser dels trafik till centrum, dels trafik mellan olika punkter på den yttre ringen. Den förre kan välja bland olika radiella gator av varierande standard. Den senare kan välja mellan den yttre ringen, som i regel innebär längre körsträcka men högre standard, och den inre som passerar genom centrala stadsdelar på ofta trånga gator. Egentliga kapacitetsproblem förekommer dock inte i det studerade nätet, knappast heller i de studerade delarna av Malmö.

3.6.3 Slutsatser med hänsyn till undersökningens representativitet och tillförlitlighet

Intervjupopulationens avvikelser från en i trafiken slumpmässigt vald grupp av trafikanter, vad avser de personkaraktäristika som kan antagas vara av betydelse för vägvalet, är sannolikt små. Eftersom dessutom, vilket skall visas, dessa personkaraktäristika har liten inverkan på vägvalet kan med skäl antagas att urvalet av personer är representativt. Dock bör påpekas att urvalet endast avser Malmö och Lund och att värderingar och beteenden inte säkert är desamma i andra tätorter, i andra delar av landet (det finns heller inget som talar för motsatsen).

Bortfallet är vad avser besöksintervjuerna svårmbart, emedan (med undantag för intervjuer avseende restyper bostad - arbetsplats) inga särskilda ansträngningar gjordes att nå personer som inte var anträffbara vid en eller två telefonpåringningar eller besök. Av totalt 980 tillfrågade personer vägrade endast tre (0.3 %) att delta, medan 15 (1,5 %) uteslöts p g a språksvårigheter och 271 (27,6 %) därför att de enligt uppgift aldrig disponerade bil. Den senare gruppen kan eventuellt också inrymma personer som disponerade bil men som inte ville delta.

Postenkäten utsändes till totalt 1.521 personer, vilket resulterade i 1.111 svar (73 %) varav 186 först efter påminnelse. Av de svarande uppgav 263 (23,6 %) att bil inte disponerades, medan 18 formulär av återstoden (16,2 % av alla erhållna svar) kasserades

av olika anledningar. Andelen icke bildisponerande personer var högre (39,2 % mot 22,5 %) i den grupp som svarade först efter påminnelse, vilket här saknar betydelse.

Det är dock inte osannolikt att t ex äldre personer eller personer med lägre utbildning är överrepresenterade bland ej inkomna svar i postenkäten. Som senare skall visas har dock nämnda variabler så liten inverkan, att den eventuella skevheten knappast kan ha påverkat resultatet vad avser val av färdväg. Detta antagande styrks också av att en kontrollgrupp i postenkäten, avseende samma vägvalssituation och samma restyp som ett delurval för besöksintervjuerna, inte visade någon påvisbar skillnad i vägval i förhållande till den senare gruppen.

För att studera inverkan på svaren vid besöksintervjuerna av eventuella olikheter i intervjuteknik jämfördes svarsfördelningen på varje fråga mellan olika intervjuare, för samma delurval (områdeskombination). Inga signifikanta skillnader erhöles, utom för ett bostadsområde där två intervjuare av misstag valt intervjupersoner systematiskt på olika sätt. Skillnader erhöles där för vissa personuppgifter och vissa attitydvariabler (preferenser) men ej vad beträffar faktiskt vägval.

Urvalet av restyper, vad avser resändamål, alstringspunkter etc, kan totalt sett möjligen anses vara representativt för förhållanden under morgontimmarna, men inte för andra tider på dygnet. Endast bostadsbaserade, enkellediga förflyttningar har studerats. Till försvar kan framhållas att de principer som styr trafikbeteendet vid val av färdväg bör vara desamma också i andra fall, även om parametervärdena i den slutliga modellen sannolikt blir olika. Orsaker till skillnader kan t ex vara en lägre grad av bekantskap med möjliga färdvägar för icke bostadsbaserade förflyttningar.

De studerade gatunäten, slutligen, är naturligtvis lika unika som gatunäten i varje annan tätort. Det väsentliga är emellertid här representativiteten för de valsituationer som föreligger. Det hävdas att dessa väl täcker förhållandena vid val mellan relativt likvärdiga färdvägar i tätorter, för reslängder upp till i varje fall ca 5 km. Färdvägsval för sträckor över 10 km eller på lands-

bygd har inte studerats, inte heller val mellan radikalt olika färdvägar som t ex då ena alternativet är en lång högklassig stadsmotorväg.

En viktig begränsning är också att de studerade förhållandena, med obetydliga undantag, inte inkluderar situationer där färdvägarna är belastade nära kapacitetsgränsen. Det är inte osannolikt att vägvalet i sådana situationer t ex är mindre stabilt och i högre grad influeras av tillfälliga trafikförhållanden.

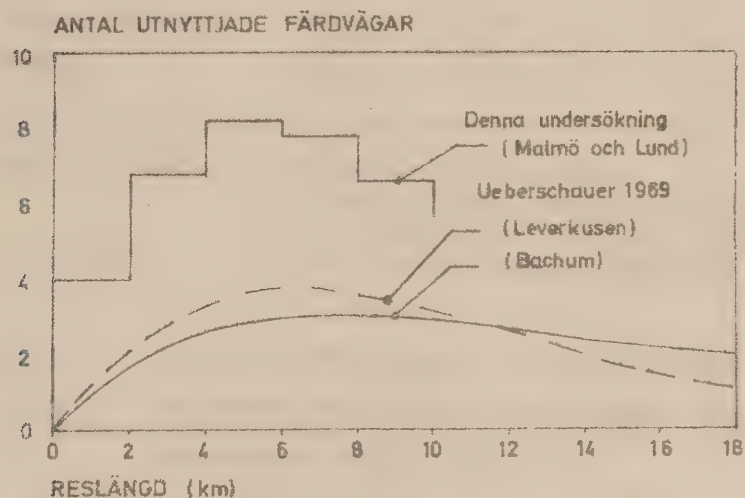
4. ANALYS, VÄGVALSMODELL

4.1 Frekvens av alternativa vägval, samt anledningar till val av alternativ väg

Andel färdvägsalternativ som i verkligheten utnyttjas av minst en viss andel trafikanter, för resor mellan två givna områden, beror i första hand av trafikledsnätets struktur (maskvidd, grad av differentiering) samt av avståndet mellan områdena.

I denna undersökning har systematiskt valts resor mellan sådana områden, mellan vilka finns flera likvärdiga färdvägsalternativ. Resultatet avseende antal utnyttjade färdvägar medger därför inga generella slutsatser, men kan vara av viss betydelse vid jämförelser med andra vägvalsundersökningar.

FIGUR 5 nedan jämför det antal färdvägar, som faktiskt utnyttjas av åtminstone någon trafikant, enligt dels denna undersökning, dels Ueberschauer 1969. I resultaten från denna undersökning har inkluderats samtliga tre restyper, men för varje trafikant endast den färdväg som angivits som "oftast vald". Ueberschauers resultat, av vilka här endast medtagits data från två tätorter, avser restypen bostad - arbete samt vald färdväg en viss dag.



FIGUR 5. Antal faktiskt utnyttjade färdvägar mellan olika områden som funktion av fågelvägsavståndet mellan områdena. Enligt denna undersökning samt enligt Ueberschauer 1969.

Varje stapel i FIGUR 5 avser ett viktat medelvärde för områdesrelationer inom en viss avståndsklass. Staplarnas absoluta höjd är beroende av samplestorleken och kan inte tillmätas någon betydelse¹⁾. Såväl denna undersökning som Ueberschauers tyder dock på att antalet utnyttjade färdvägar ökar upp till ca 5 km och därefter förblir oförändrat eller avtager.

Antalet färdvägsalternativ som omväxlande utnyttjas av en och samma person, för resor mellan samma punkter, är betydligt färre än enligt FIGUR 5. Beenshof 1970 uppger således att merparten bilister endast "beaktar" (frågeställningen var hypotetisk) 2 - 3 färdvägar, oberoende av resändamål. Dock ansåg endast 6 %, enligt Beenshof, att bara ett färdvägsalternativ var "tänkbart".

Den frekvens, med vilken bilister avviker från den färdväg de själva oftast väljer, studerades i denna undersökning. Frågan ställdes så att avvikelser, betingade av något ärende längs färdvägen, inte medtogs. Resultatet framgår av TABELL 1 nedan.

Resändamål (bostadsbaserade resor)	Frekvens avvikelser från oftast vald väg % för svarsalternativ:				
	(3)	(2)	(1)	(0)	(Summa)
Arbete	0	14	35	51	(100 %)
Inköp, service	16	34	17	33	(100 %)
Övrigt	12	29	15	44	(100 %)

Svarsalternativ 3 = "nästan lika ofta"
 2 = "mer sällan, men mer än en gång per tio"
 1 = "mindre än en gång per tio"
 0 = "ej under senaste halvåret"

TABELL 1. Frekvens avvikelser från oftast vald väg för bostadsbaserade resor med olika ändamål. Resultat från 691 bearbetade besöksintervjuer.

1) Ju större sample, desto större är sannolikheten att påträffa någon som väljer en avvikande färdväg. Resultaten från denna undersökning har i FIGUR 5 korrigerats till att motsvara ungefär samma urvalssannolikhet för olika avståndsklasser.

Skillnaderna i TABELL 1 mellan å ena sidan arbetsresor, å andra sidan övriga resändamål, är statistiskt signifikant. Detta strider inte nödvändigtvis mot Beenhof's resultat: en färdväg kan "beaktas" utan att utnyttjas.

Korner 1972 uppger att 98 % av tillfrågade bilister "normalt åker samma väg" till arbetet, som de gjorde den dag de tillfrågades. Ansätts, för en grov uppskattning, frekvenserna 0,4, 0,2, 0,05 resp 0 för svarsalternativen (3) - (0) i TABELL 1 erhålls att i medeltal ca 95 % av trafikanterna väljer sin oftast valda färdväg vid ett godtyckligt tillfälle. Detta gäller resor bostad - arbete, medan motsvarande andel för t ex bostad - inköp/service blir ca 85 %.

Korner uppger också att 92 % "normalt väljer samma väg" tillbaka från arbetet, medan Ueberschauer anger 85 % som resultat av en liknande fråga.

De redovisade uppgifterna avseende antal av individen utnyttjade färdvägar är naturligtvis beroende på det aktuella vägnätets struktur, förekomsten av kapacitetsproblem längs studerade färdvägar m fl faktorer. En rimlig slutsats är dock att vägvalet är en för individen relativt stabil företeelse, i hög grad baserat på vana och mer sällan utsatt för omprövning.

Beenhof 1970 drar samma slutsats, och framkastar på grundval härav hypotesen att bilisterna skulle påverkas föga av vägvalsinformation under färd. Denna hypotes kan inte anses vare sig styrkt eller avvisad av denna undersökning, men belyses kanske något av de uppgivna anledningarna till val av annan färdväg.

Oftast uppgivna skäl för att välja en annan färdväg än den vanliga, bland de bundna svarsalternativen (fråga 12 i BILAGA 1), är "omväxling" (38 %), följt av "trafiksignal visar rött sken" (24 %) och "mer trafik än vanligt på den normala vägen" (12 %). Under rubriceringen "omväxling" döljer sig inte osannolikt ett antal intervju-personer med andra omedvetna eller svårbeskrivbara skäl. Anmärkningsvärt är kanske att fler väljer en annan väg för att undvika en trafiksignal än för att undvika uppfattade, tillfälliga ökningar i trafikmängden. Resultaten är dock knappast generaliserbara.

En jämförelse avseende preferenserna för olika standardfaktorer, mellan de som ofta väljer alternativa vägar och de som sällan gör det, visar inte på några signifikanta skillnader.

4.2 Olika faktorerers inverkan på valet av färdväg Översiktsanalys

För att mäta och testa "inverkan på vägvalet" av olika faktorer erfordras en kvantitativ beskrivning av denna inverkan. Det vanligaste tillvägagångssättet är att beskriva olika färdvägar i en endimensionell, nominell skala (numrering av alternativen). På så sätt kan betraktas en valsituation (en uppsättning alternativ) "i taget". Inverkan av en viss variabel kan testas genom att jämföra dess värden för det valda alternativet med motsvarande värden för övriga alternativ.

Om information från flera uppsättningar alternativ skall utnyttjas samtidigt krävs emellertid med denna metod att färdvägarna för varje valsituation ordnas på något entydigt sätt, t ex efter ökande färdtider (ordinalskala). Med alternativ 1 förstås då i varje nummerföljd t ex det som har lägst färdtid. Denna metod har, med viss modifikation, utnyttjats av Ueberschauer 1969.

En tredje metod är följande, som dock huvudsakligen är tillämplig endast för två alternativ per valsituation¹⁾: låt varje färdväg i i valsituation s representeras av, i stället för ett nummer som ovan, en vektor ($\hat{x}_{ij}^s$) bestående av dess olika väg- och trafikkaraktäristika j. Enligt avsnitt 2.3.2 kan vägvalet sägas vara en funktion av någon viss relation mellan vektorerna ($\hat{x}_{ij}^s$) för olika i, t ex av skillnaden (för två alternativ):

$$\begin{aligned} (x_{11}^s, x_{12}^s, \dots) - (x_{21}^s, x_{22}^s, \dots) = \\ = (x_{11}^s - x_{21}^s, x_{12}^s - x_{22}^s, \dots) \end{aligned}$$

Låt därvid $i = 1$ för varje person beteckna det faktiskt valda alternativet och $i = 2$ det avvisade. Denna vektor av skillnader är

1) Av beräkningstekniska, inte teoretiska skäl.

ett mått på en persons "vägval" och har som sådant flera önskvärda egenskaper: det är kontinuerligt, det kräver ingen aggregering över individer och information från flera valsituationer kan obehindrat utnyttjas samtidigt. Som "avvisat" alternativ väljs här den av personen själv uppgivna "näst bästa" färdvägen. Inverkan av en viss variabel på vägvalet kan testas genom att jämföra det flerdimensionella måttets fördelningar för olika värden på den studerade variabeln, med multivariata metoder. Också den oberoende variabeln kan därvid vara flerdimensionell.

Kanonisk analys (enligt avsnitt 3.5.1) har använts för att på detta sätt testa inverkan av olika typer av variabler på vägvalet. Resultat se TAB 2 nedan.

Variabelgrupp	Koefficient (R) för kanonisk korrelation med vägvalet 1)	Signifikans ⁶⁾
Personuppgifter ²⁾	0,32	-
Färdkaraktäristika ³⁾	0,60	95 %
Preferenser ⁴⁾	0,61	95 %
Skattade skillnader ⁵⁾	0,89	99 %

1) 13 variabler, enligt lista i APP. 4, bildade som differenser

2) 6 " : kön, ålder, hushållsstorlek etc

3) 3 " : resändamål, tidpunkt för resan, resfrekvens med bil

4) 14 " : enligt fråga 6 i intervjuformuläret (APP. 1)

5) 13 " : " " 14-16 " "

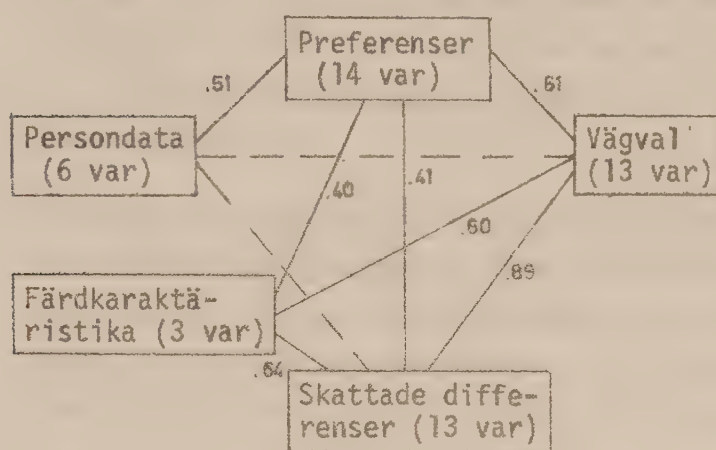
6) Beräknad enligt Bartlett 1941

TABELL 2. Översiktlig beskrivning av olika variabeltypers inverkan på vägvalet.

Testet, liksom de följande i detta avsnitt, är endast explorativt. Förutsättningarna för kanonisk analys är inte strikt uppfyllda, t ex har intervallskalekravet inte beaktats (variabler i nominalskala har betecknats med dummy-variabler). De beroende variablerna har heller inte strukturerats på lämpligaste sätt, och det finns ingen anledning antaga lineära samband mellan variablerna.

Utslaget är emellertid så tydligt att dessa förenklingar knappast påverkat heltalsbilden. Personuppgifter som ålder, kön etc har liten inverkan på vägvalet medan färdkaraktäristika (resändamål etc), preferenser för olika standardfaktorer (t ex kort restid relativt bekväm körning) och kanske särskilt skattade differenser (avseende restid etc) har en påtaglig inverkan.

Hur denna inverkan sker belyses något klarare av FIG 6 nedan, där också beräknade kanoniska korrelationer mellan de "oberoende" variabelgrupperna inbördes markerats. Alla relationer har studerats, men endast de signifikanta har angivits (övriga samband har streckats i figuren). Samma variabler som i TAB 2 har använts.



FIGUR 6. Samband mellan olika variabelgrupper, beskrivna med kanoniska korrelationskoefficienter. Streckade linjer anger samband utan signifikans.

Orsakskedjan i FIG 6 går logiskt från vänster till höger, men säkert med en viss återkoppling från vägvalet till preferenser och skattade differensen. Variabelgrupperna har endast jämförts parvis. Det är därför t ex sannolikt att korrelationen mellan färdkaraktäristika och vägval (0,60) helt eller delvis förklaras av det indirekta beroendet via preferenser och skattade differenser.

De samband som enligt FIG 6 kan vara av betydelse kommer att studeras närmare i det följande, på nivån enskilda variabler i stället för variabeltyper.

4.3 Inverkan av personuppgifter och färdkaraktäristika

Inverkan av varje enskild variabel, av personuppgifter och färdkaraktäristika, på vägvalet studerades med Chi-två test för ett urval av färdvägsalternativ (20 valsituationer med vardera 2 - 7 alternativ). Ingen av variablerna kön, ålder, hushållsstorlek, sysselsättning, utbildning/yrke eller årlig körsträcka med bil kunde visas ha någon signifikant inverkan. En sådan inverkan föreligger emellertid av variablerna resändamål (bostad - arbete relativt övriga ändamål), resfrekvens (mer resp mindre än en bilresa/vecka till målet) och tidpunkt för färden (hög- resp lågtrafik). Variablerna resändamål och resfrekvens är sinsemellan beroende, men en uppsplätning på olika ändamål resp på olika resfrekvenser antyder att båda variablerna är av viss betydelse i sig (dock ej signifikant för någondera variabeln, om den andra konstanthålles).

De olika personuppgifterna har dock indirekt en viss betydelse, via preferenserna, sådan att t ex olika kön och åldersgrupper värderar en färdväg med kort restid olika högt relativt t ex en bred, bekväm färdväg (se avsnitt 4.4). Denna inverkan är dock inte tillräckligt stark för att ge en påvisbar skillnad i vägvalet.¹⁾

Den höga korrelationen ($R = 0,89$) mellan resändamål och resfrekvens i urvalet, samt faktum att resändamålet är prognosicerbart men knappast resfrekvenserna, motiverar att endast den förstnämnda variabeln bibehålls som förklaringsvariabel.

Inverkan av tidpunkten för resan analyserades separat för olika resändamål. För arbetsresor kunde (med 95 % signifikans) visas att det finns valsituationer, där trafikanter föredrager en viss färdväg i olika utsträckning vid olika tidpunkter. Som exempel kan nämnas färdvägar genom de centrala delarna i Malmö, vilka utnyttjas mindre vid tidpunkter med hög trafikintensitet (kl 7 - 9)

1) En skillnad skulle med det använda testförfarandet varit signifikant om frekvensen av de bilister, som valde ett av två färdvägsalternativ, ändrats med i genomsnitt ca 5 - 7 procentenheter (ungefärlig uppskattning).

än vid övriga tidpunkter (kl 5 - 7), för arbetsresor och där rimliga alternativ finns. För övriga resändamål kunde en motsvarande effekt inte observeras.

Den främsta anledningen till vägvalets beroende av tidpunkten (för arbetsresor) är säkert olika trafikförhållanden, i första hand färdtidens variationer. Resultatet styrker hypotesen att de nätutläggningsmetoder, som beaktar färdtidens (eller "reskostnadens") variationer med flödet, bör ge ett noggrannare resultat vad avser timtrafikmängden även om direkta kapacitetsproblem inte föreligger. Genom att färdtiden (och liknande variabler) i denna undersökning beräknas individuellt för varje resa kommer tidsvariationerna att automatiskt beaktas.

Några jämförbara resultat från andra studier avseende inverkan av resändamål och resfrekvens har inte påträffats. Att vägvalet vid arbetsresor kan vara olika vid olika tidpunkter har observerats av t ex Ueberschauer 1969.

4.4 Inverkan av attityder till olika väg- och trafikkaraktäristika (preferenser)

Avsikten med att direkt söka mäta trafikanternas attityder till olika egenskaper hos färdvägarna var i första hand att söka få en mer detaljerad bild av preferenserna än vad som kan utläsas ur de faktiska vägvalen.

De mått på färdvägarna, för vilka preferenser efterfrågades, är förtecknade i TAB 3 nedan jämte medelvärden och standardavvikelser (hela materialet). Svarsalternativen avsåg en skala från 4 (= stor betydelse) till 0 (ingen betydelse).

Variabel	Medelvärde	Standardavvikelse
a. Mindre risk att råka ut för trafikolycka	1,14	1,41
b. Mindre tät trafik (bilköer)	2,03	1,55
c. Kortare väglängd, i km	1,81	1,59
d. Mindre antal svängar	1,27	1,40
e. Kortare tid att köra	2,74	1,38
f. Rakare väg, längre sikt	1,79	1,53
g. Mindre väntetider i korsningar	2,18	1,44
h. Man kan köra mer avslappnat	1,65	1,52
i. Man behöver inte stanna så ofta	1,98	1,43
j. Bredare gator	2,04	1,52
k. Mindre risk köra fel väg	0,70	1,30
l. Färre cyklister och fotgängare	1,56	1,49
m. Färre trafiksignaler	1,34	1,43
n. Färre störningar som parkerade bilar och utfarter	1,82	1,50

TABELL 3. Medelvärden och standardavvikelser för angivna preferenser (hela materialet = 691 observationer).

(Standardavvikelsen kan inte tillmätas någon statistisk betydelse, eftersom skalan endast är ordinal).

Rangordningen mellan olika standardfaktorer enligt TAB 3 är av visst intresse, men måste tolkas med största försiktighet. Kort restid är viktigaste enskilda faktor, vilket stämmer med tidigare undersökningar (Ueberschauer 1969 m fl). Rangordningen därutöver beror emellertid i hög grad på de enskilda frågornas formulering. De mätta attityderna eller "preferenstalen" blir meningsfulla först då de relateras till andra, mätbara egenskaper.

Som frågorna formulerats i intervjuformuläret blir en intervjupersons svar på en viss fråga sammanhängande med hans svar på vissa andra frågor. En analys av den därigenom erhållna korrelationen mellan olika preferenstal kan antyda längs vilka dimensioner bilis-

terna värderar färdvägarna, vilka "bakomliggande" faktorer som är av betydelse.

Nämnda beroenden studerades med faktoranalys, varvid erhöles fem signifikanta faktorer vilka tillsammans förklarar 62 % av variansen i de 14 attityd-variablerna. De fem faktorerna beskrivs i TAB 4 nedan, tillsammans med viktigaste primära variabler och dess relativa "bidrag" till varje faktor (faktorladdning).

Faktor nr	Faktornamn Variabelnamn	Faktor- laddning	% förklarad varians
1	<u>Jämnare körning</u>		
	i. Färre stopp	0,73	17,5
	b. Mindre tät trafik	0,71	
	m. Färre trafiksignaler	0,54	
2	<u>Bredare, rakare väg</u>		
	j. Bredare gator	0,90	17,1
	d. Rakare väg	0,62	
3	<u>Kortare, snabbare väg</u>		
	c. Kortare väglängd	0,69	12,9
	e. Kortare tid att köra	0,60	
	g. Mindre väntetider	0,59	
4	<u>Färre störningar</u>		
	h. Mer avslappnad körning	0,77	8,5
	l. Färre fotgängare e d	0,62	
	n. Färre parkerade fordon e d	0,59	
	a. Lägre olycksrisk	0,48	
	m. Färre trafiksignaler	0,47	
5	<u>Lättare hitta rätt</u>		
	k. Mindre risk köra fel	0,91	6,2
	d. Färre antal svängar	0,53	

TABELL 4. Resultat av faktoranalys avseende preferenser för olika väg- och trafikkaraktärstika (hela materialet = 691 observationer).

Rubriceringen av faktorerna är gjord subjektivt, med ledning av innebörden i de viktigaste ingående primärvariablerna.

Samma bearbetning gjordes också separat för olika resändamål, med mycket likartade resultat. Inga påtagliga skillnader erhöles heller mellan intervjuerna i Malmö och intervjuerna i Lund. Den följande analysen av olika faktorer avser därför det totala materialet.

Validiteten för de olika faktorerna, dvs om de har en reell innebörd och inte är framkomna av en slump eller av t ex de 14 attitydfrågornas specifika formulering här, är alltid svårbedömbär. För de fem faktorernas ("attitydernas") stabilitet talar här tre skäl: (i) att likartade resultat erhöles för olika populationer (olika resändamål samt för olika städer), (ii) likartad innebörd av de fem faktorerna (men naturligtvis olika vikter och olika andel förklarad varians) erhöles med en faktoranalys där två variabler utesluts (c och l, godtyckligt valda) samt (iii) faktorernas innebörd, här markerad genom rubriceringen, stämmer relativt väl med tidigare attitydstudier, med öppna svarsalternativ (Douhan och Ringström 1970).

Överensstämmelsen med den såvitt bekant enda tidigare genomförda faktoranalysen, Wachs 1967, redovisad i avsnitt 2.2 och baserad på 139 intervjuer i Chicago, är däremot inte påfallande. Båda undersökningarna är för små för att medge några slutsatser om anledningen till skillnaderna.

De erhållna faktorerna representerar gemensamt över 60 % av variansen i de ursprungliga variablerna och har därför valts att ersätta dessa för den fortsatta analysen.

Hur faktorerna 1 - 5 sammanhänger med mätbara variabler studerades med multipel regressionsanalys för varje faktor separat. För variabler i ordinalskala användes därvid dummy-teknik. Följande är en sammanfattning av dessa resultat. Inverkan av olika variabeltyper beskrivs här separat, men analyserades delvis simultant.

Personuppgifter

Äldre personer, personer från större hushåll, personer med mindre

körvana samt eventuellt också kvinnor (ej signifikant) fäster något större avseende vid faktorerna 4 (färre störningar) och 2 (bredare, rakare väg) samt något mindre avseende vid faktor 3. För övriga faktorer finns inga påtagliga skillnader.

Färdkaraktäristika

För resor till arbetet tillmäts faktor 3 (kort, snabb väg) väsentligt högre betydelse än för andra resändamål. Faktorerna 1, 2 och 4 (jämnare körning, bredare väg, färre störningar) är av större betydelse för övriga resändamål. Faktor 5 (lätt att hitta rätt) är helt oväsentlig för annat än resmål som sällan besöks. Inga andra studerade samband är signifikanta.

Väg- och trafikkaraktäristika

Inverkan av såväl den av intervjupersonen oftast valda färdvägens karaktäristika som av skillnaderna mellan de två uppgivna färdvägar-na studerades. Frågans utformning ger anledning antaga att den angivna betydelsen av en viss faktor relaterats till dels den oftast valda färdvägens egenskaper i någon absolut mening (dvs relativt vägar "i allmänhet"), dels denna färdvägs egenskaper relativt ett eller flera specifika alternativ.

Detta förhållande framgår också av resultaten av en serie regressionsanalyser, med faktorerna som beroende och på olika sätt konstruerade relativa och absoluta mått på färdvägarnas karaktäristika som oberoende. De oberoende variablerna normerades, eftersom syftet var att jämföra deras relativa inverkan. I TAB 5 nedan har för varje variabel endast inkluderats endera av det absoluta och relativa måttet (näst bästa - bästa alternativet). Endast sådana väg- och trafikkaraktäristika har medtagits, som för hela materialet har en signifikant inverkan. I valet av definition för de oberoende variablerna ligger en viss subjektivitet, varför resultaten endast kan betraktas som indikativa.

Faktor nr	Inverkande variabel	Mått: absolut/relativt	Koeffi- ¹⁾ cient
1 = jämnare körning	Flöde/kapacitet (max) ²⁾	rel	0,34
	Antal stopp/km	rel	0,34
	Antal korsningar/km ⁴⁾	rel	0,23
	Stopptid/km	rel	0,18
	Färdtid	abs	0,29
2 = bredare, jämnare väg	Körbanebredd (min) ³⁾	rel	-0,41
	Parkering (mv) ⁶⁾	rel	0,33
	Hastighetsgräns (max) ²⁾	rel	-0,22
	Antal utfarter/km ⁵⁾	rel	0,22
3 = kortare, snabbare väg	Väglängd	rel	0,37
	Färdtid/km	rel	0,30
	Stopptid/km	rel	0,22
	Antal stopp/km	rel	0,21
	Färdtid	abs	-0,27
4 = färre störningar	Gång- och cykeltrafik (mv) ⁶⁾	rel	0,29
	Parkering (mv) ⁶⁾	rel	0,28
	Flöde/kapacitet (max) ²⁾	rel	0,23
	Antal korsningar/km ⁴⁾	rel	0,20
	Färdtid	abs	0,21
5 = lättare att hitta rätt	Antal svängar/km	rel	0,22
	Antal korsningar/km ⁴⁾	rel	0,19
	Färdtid	abs	0,20

Anm: 1) Regressionskoefficient för standardiserad variabel

2) Avser största värde för någon länk

3) Avser minsta värde för någon länk

4) Avser korsningar med risk för stopp

5) Avser tillfarter utan risk för stopp

6) M h t länklägger viktat medelvärde

För definition av variablerna se även APP. 6.

TABELL 5. Samband mellan viktigaste väg- och trafikkaraktäristika och preferenser (faktorer).

Med endast de i TAB 5 medtagna variablerna förklarar angivna modeller 20 - 30 % av variansen i de olika faktorerna. Med alla väg- och trafikkaraktäristika (absoluta och relativa) förklaras ca 35 - 50 % och med också person- och färdegenskaper ytterligare ca 10 % av varianserna.

En iakttagelse i anslutning till TAB 5 är att ju längre resan är (variabeln färdtid), desto större krav ställs på vägens standard och desto lättare accepteras ytterligare en liten färdtidsökning (eller väglängdsökning). Samma fenomen rapporteras av Wachs 1967.

De genomförda regressionsanalyserna medger också vissa slutsatser om inverkan av nätets detaljutformning i olika avseenden (främst då detaljen i fråga endast påverkar en av de fem oberoende faktorerna, eller påverkar flera faktorer på ett likartat sätt). För att möjliggöra dessa slutsatser inkluderades ibland endast intervjusvar från personer som uppgivit vissa strategiskt valda färdvägar. Vissa slutsatser baserar sig på en direkt jämförelse avseende de ursprungliga 14 preferensvariablerna. Underlagset är därför litet. Följande resultat är dock signifikanta.

- Signalanläggningar med en väl fungerande samordning uppfattas inte negativt i något avseende, till skillnad från andra signalanläggningar som uppfattas negativt av vissa trafikanter.
- Vänstersväng i signalreglerad korsning, eller från en överordnad tillfart i en annan korsning, uppfattas mer negativt än högersväng, även bortsett från skillnaden i fördröjning.
- Vinkelförändringar på länkar (kurvor) har en försumbar inverkan på preferenserna jämfört med svängar i korsningar, även bortsett från fördröjningen i det senare fallet.
- Förekomsten av kantstensparkerings i samma körriktning har en större negativ effekt än vad som uppvägs av en 3 m ökning av körbanahalvans bredd. En relativt spatiös parkering (här 25 - 50 %, där ett parkerat fordon = 10 m) uppfattas nästan lika negativt som en tät parkering (75 - 100 %).

På grund av det relativt lilla materialet och på den oklara distinktionen mellan inverkan av relativa och absoluta färdvägskaraktäris-

tika bedömdes det som mindre meningsfullt att, som beskrivs av Harrison 1971 för färdmedelsval, basera en prediktionsmodell direkt på uppmätta preferenser.

4.5 Inverkan av subjektiva skattningar av väg- och trafikkaraktäristika

Såväl vid besöksintervjuerna som i postenkäterna efterfrågades trafikanternas skattningar av olika skillnader mellan den oftast och den näst oftast valda färdvägen. För färdtid och väglängd efterfrågades kvantitativa mått (minuter resp meter), för övriga skillnader användes en verbal skala. Vid besöksintervjuerna skulle dessutom uppges den absoluta färdtiden och väglängden, för den mest valda färdvägen. Sambanden mellan dessa skattningar, främst de relativa, och de verkliga egenskaperna (skillnaderna) beskrivs först nedan, varefter inverkan av personuppgifter och färdkaraktäristika diskuteras.

De erhållna sambanden mellan uppgivna och uppmätta färdtidsdifferenser resp väglängdsdifferenser beskrivs av följande lineära regressionsmodeller (TAB 6). Ansatserna här har valts bland flera prövade (persondata och färdkaraktäristika har uteslutits). Resultaten bör endast betraktas som indikativa.

Inverkande ¹⁾ variabel	Koefficient ²⁾ m a p skattad färddtidsdifferens	Koefficient ²⁾ m a p skattad väglängdsdifferens
(Konstant)	1,48 (min)	0,205 (km)
Väglängd (km)	- 5)	0,56
Färddtid (min)	1,28	- 5)
Färddtid/km ⁴⁾	0,22	0,24
Stopptid/km ⁴⁾	(-0,05)	0,10
Antal stopp/km ⁴⁾	0,30	0,15
Flöde/kapacitet (mv) ⁴⁾	0,26	(-0,08)
Körbanebredd (mv) ⁴⁾	-0,19	-0,14
Parkering (mv) ⁴⁾	0,12	(-0,12)
Gång- och cykeltrafik (mv) ⁴⁾	0,31	0,18
Antal utfarter/km ⁴⁾	(-0,10)	0,21
Tot väglängd ³⁾⁴⁾	0,28	(0,06)

1) Avser uppmätta differenser mellan näst mest och mest valda färdväg

2) Koefficienter inom parentes är ej signifikanta (95 %)

3) Längs oftast utnyttjade färdväg, enligt mätning

4) Normerad variabel (medelvärde = 0, standardavvikelse = 1)

5) Utesluten från regressionen för att undvika redundans

För definition av variablerna se även APP. 6.

TABELL 6. Skattade färdtids- och väglängdsdifferenser som beroende av uppmätta väg- och trafikkaraktäristika. Baserat på samtliga intervjuer, där två färdvägar uppgivits som utnyttjade.

De relativt stora konstanttermerna (1,48 min resp 0,205 km) kan tolkas så, att fler trafikanter tror sig välja den kortaste färdvägen (i min resp km) än antalet som gör det enligt här uppmätta färdtider resp väglängder. Om endast de två av intervjupersonerna uppgivna färdvägarna betraktas, väljer enligt mätningar 63 % den med lägst färdtid, medan 71 % tror sig göra det och ytterligare 13 % uppger att färdtiderna är lika. Betraktas alla färdvägsalternativ, väljer bara 31 % den med lägst färdtid, i detta (systematiskt valda) material.

Andel förklarad varians i modellerna enligt TAB 6 är 78.% (färdtidsdifferens) resp 52 % (väglängdsdifferens). De "slumpmässiga" felen är således större i det senare fallet, vilket är konsistent med tidigare iakttagelser (Beenshof 1970).

En orsak till variationen i skattade färdtider (t ex) kunde antas vara att olika personer har olika "tidsskala", dvs systematiskt (i varje fall vid bilkörning) uppfattar en minut som en viss annan tid (t ex 1,28 min). De skattade färdtiderna och väglängderna för den oftast valda vägen efterfrågades främst för att undersöka om så var fallet. Dessa resultat bearbetades i princip som enligt ovan för differenserna. Bortses från inverkan av övriga faktorer, vilka gör färdtiden i princip yttrade sig så att färdtiden på vägar med lägre framkomlighet överskattades mer, erhöles:

$$\text{Skattad färdtid} = 0,49 + 1,11 \cdot (\text{mätt färdtid}) \dots \text{min} \quad (R^2 = 0,77)$$

$$\text{Skattad väglängd} = -0,53 + 1,44 \cdot (\text{mätt väglängd}) \dots \text{km} \quad (R^2 = 0,81)$$

Korrelationen mellan överskattning av färdtid och överskattning av färdtidsdifferens är relativt svag (0,42). Hypotesen om "individuella klockor" är alltså inte vare sig styrkt eller avvisad.

Standardavvikelsen i skattningen av främst färdtidsdifferensen mellan två färdvägar är av primärt intresse för vägvalsmodeller (v Falkenhausen 1967 m fl). För att beräkna denna utnyttjades här alla sådana par av vägalternativ mellan två brytpunkter, vilka uppgivits som tillhörande bästa och näst bästa alternativ i minst fem intervjuer. Färdvägarna fram till första brytpunkten eller efter den andra kunde vara olika. Totalt förelåg 26 sådana fall i materialet.

Om differensen uttrycks som skillnad mellan väg A och väg B, för samtliga observationer, får frekvensfunktionen för skattningarna av denna differens två toppar. Dessa motsvaras av de som i första hand väljer väg A resp väg B och kan förklaras av att trafikanterna "effektionaliserar" valet (jämför den konstanta termen i TAB 6). Detta bias eliminerades här genom regression på en dummy-variabel (= 1 om väg A uppgavs i första hand, annars 0). Förhållandet att de "verkliga" (mätta) färdtidsdifferenserna är olika vid olika tidpunkter korrigerades för genom att skillnaden mellan skattad och uppmätt differens studerades.

På den så definierade variabeln (standardavvikelse i korrigerad felskattning av färdtidsdifferensen) studerades inverkan av, förutom de "verkliga" skillnaderna i olika avseenden mellan alternativen, färdtiden mellan brytpunkterna samt färdtiden före och efter dessa. Det viktigaste resultatet är att nämnda standardavvikelse ökar med såväl färdtiden mellan brytpunkterna som med färdtiden före och efter dessa. Ökningen är i båda fallen något mindre för större reslängder, dvs sambandet är inte lineärt. Med en lineär ansats (övriga variabler uteslutna) erhålls:

$$s_T = 0,21 + 0,061 T_b + 0,0043 T \quad (\text{min})$$

$$(T_b < 9 \text{ min}, T < 15 \text{ min})$$

där s_T är den definierade standardavvikelsen samt T_b och T färdtid mellan brytpunkterna resp totalt mellan start och mål (medelvärde för alternativen). Standardavvikelsen för skattningen av färdtid längs "bästa väg" är större än standardavvikelsen för skattningen av restidsdifferensen.

Ueberschauer 1969 och v Falkenhausen 1967 baserar vägvalsmodeller på hypoteserna $s_t = \text{konstant}$ eller $s_t = \text{konstant} \cdot T_b$ (där dock T_b tolkas som ett motståndsmått med fler variabler än färdtiden). Det är av visst intresse att resultatet ovan i viss mening blir en kompromiss mellan dessa ansatser.

Skattningarna av andra variabler än färdtid och väglängd analyserades (jämte dessa) på i princip samma sätt som beskrivits för preferenserna i föregående avsnitt: först undersöktes sambanden mellan de olika variablerna med faktoranalys, därefter studerades samband mellan var och en av dessa faktorer och olika väg- och trafikkaraktäristika. Faktorerna fick här en liknande innebörd.

Kanske mest väsentligt vad avser de erhållna faktorerna är att samtliga i tämligen hög grad beror av färdtidsskillnaden. Att ett vägalternativ är "mycket bättre" i ett visst avseende (t ex bredare gator) än ett annat beror i det närmaste lika mycket, i termer av förklarad varians, av under hur lång tid (eller väg) det är bättre som av hur mycket bättre (t ex bredare) det är.

Inverkan av persondata samt resändamål m m studerades såväl för skattade färdtider, väglängder och dito differenser som för faktorerna enligt ovannämnda faktoranalys. Vissa persondata blev signifikanta i vissa relationer, dock i liten utsträckning och till synes på ett slumpartat sätt. Resändamålet (resfrekvensen) inverkar så, att färdtid och väglängd skattas betydligt säkrare för resa bostad - arbete än för övriga resor. För skattningar av färdtids- och väglängdsdifferenser är skillnaden däremot liten. Den frekvens, med vilken en annan väg väljs i stället för den vanligaste, har stor betydelse för skattningar av färdtidsdifferenser.

För varje resändamål studerades sambandet mellan skattade väg- och trafikkaraktäristika, uttryckta av faktorerna enligt ovan, och vald färdväg. Probit-analys på individdata användes, enligt följande:

1. Tilldela den beroende variabeln y_i slumpmässigt värdet 1 eller 0, för varje individ.
2. Välj som oberoende variabel de normerade faktorerna z_{ij} för varje individ, räknade med positivt tecken om den beroende variabeln har värdet 1, annars med negativt tecken.
3. Bestäm koefficienterna a_j i probit-modellen

$$y_i = 0,5 + \Phi \left(\sum_j a_j z_{ij} \right)$$

Ansatsen kan sägas motsvara en vägvalsmodell baserad på den uppenbart felaktiga hypotesen att alla trafikanter har perfekt kännedom om vägalternativens alla egenskaper. Skillnaden mellan förklaringsgraden för dessa modeller (81 - 89 %) och de, där de oberoende variablerna uttrycker "verkliga" differenser (52 - 58 %), uttrycker effekterna av skattningarnas osäkerhet. Den förstnämnda typen av modell är praktiskt oanvändbar (eftersom individuella skattningar inte är kända), men används här för att ge information om dels lämpliga variabelval i modeller av den senare typen, dels den relativa betydelsen av olika variabler.

4.6 Samband mellan vägval och väg- och trafikkaraktäristika

4.6.1 Översikt. Val av ansatser

I föregående avsnitt har studerats hur de valda färdvägarnas karaktäristika, relativt andra alternativ, sammanhänger med olika slags bakgrundsvariabler. Det primära i tillämpningssammanhang är emellertid vilka vägar som faktiskt väljs, givet endast de olika alternativens karaktäristika.

Tänkbara ansatser för en sådan prediktionsmodell har diskuterats i kap. 2.3 och skall testas i följande avsnitt 4.5.2-3. Ansatserna skall här kort motiveras ytterligare. I ordning beskrivs val av ansats för färdmotståndet, val av uttryck för funktionssambandet mellan färdmotstånd och sannolikhet för val av visst alternativ samt slutligen metod för bestämning av parametrar och test av hypoteser.

Ett kriterium på valet av förklaringsvariabler i motståndsmåttet är att så få variabler som möjligt tillsammans skall innehålla så mycket information som möjligt. Bearbetningen enligt 4.4 - 4.5 ovan antyder existensen av vissa oberoende variabelkategorier (faktorer), vad avser väg- och trafikkaraktäristika. Följande typer av variabler bör vara representerade, här listade efter den relativa betydelsen för varje typ:

- | | |
|---|--|
| "Kortare, snabbare väg": | Färdtid (ev körtid, stopptid). Väglängd eller hastighet |
| "Jämnare körning": | Antal stopp, alternativt antal korsningar av olika typ.
Flöde/kapacitet. |
| "Bredare väg": | Antal körfält. |
| "Färre störningar": | Mått på gång- och cykeltrafik.
Parkering.
Ev andra sidoförhållanden (busshållplatser m m). |
| "Svängar i korsningar":
(eventuellt) | Antal svängar, om möjligt uppdelat på riktning och typ av korsning. |

Ytterligare kriterier är att valda variabler om möjligt skall vara oberoende, för att minimera redundansen, samt att variablerna skall vara mätbara och kunna uppskattas under ett planeringsskede.

Med dessa utgångspunkter testades olika variabelansatser för motståndsmåttet. Lämpliga former på måttet kan också deduceras ur, främst, analysen av skattningarna av olika variabler enligt avsnitt 4.5. Endast sådana ansatser, vilka svarar mot de teoretiska kraven enligt avsnitt 2.3.1 betraktades. Ett sådant krav säger t ex att resultatet skall vara "symmetriskt" och oberoende av vilken väg som betecknas "nr 1" resp "nr 2" (etc). Detta utesluter alla modeller av typen

$$C_1 - C_2 = \sum_j a_j (x_{1j} - x_{2j}) + b_0 + \sum_k b_k z_k$$

där x_{ij} är väg- eller trafikberoende och z_k färd- eller personberoende variabler samt a_j , b_0 och b_k konstanter (alla b_k samt b_0 måste logiskt vara = 0). Liknande, teoretiskt mycket stränga krav kan formuleras för andra ansatser.

Ytterligare krav eller önskemål på motståndsmåttet definieras av olika tillämpningar, dels m a p valet av variabler, dels m a p formen. Vad avser den senare är det t ex ofta av väsentlig fördel om motståndsmåtten är additiva för successiva länkar och korsningar (beräkning av "kortaste väg"). Olika sådana enkla ansatser testas.

Olika uttryck för funktionssambandet mellan sannolikhet för val av viss väg och motståndsmåttet diskuterades i avsnitt 2.3.2. För flertalet bearbetningar används här den sk probit-ansatsen, ibland approximerad med logit-funktionen. Skillnaden mellan dessa två funktioner är i allmänhet oväsentlig. Därutöver testas vissa andra funktioner, vilka befunnits lämpliga vid tidigare undersökningar (Korner 1972, Ueberschauer 1969 m fl).

Enligt tidigare undersökningar samt enligt resultaten av analysen i avsnitt 4.5 är vägvalet främst en funktion av de delar av färdvägsalternativen som skiljer sig, dvs av avsnitten mellan brytpunkterna. Dock konstaterades i avsnitt 4.5 att också den totala färdtiden (eller väglängden) är av betydelse. Ansätts t ex en lineär probit-modell:

$$P_1 = \Phi \left(\frac{\sum_j a_j (x_{2j} - x_{1j})}{s} \right)$$

kan således förväntas att parametern s ökar med ökande färdtid, dock mindre än proportionellt. Denna hypotes testas.

Dessutom skall testas, för situationer med mer än två färdvägsalternativ, i vad mån dessa evalueras oberoende av varandra. De i kap. 4.4 påvisade skillnaderna i preferenser mellan olika individer, vilka endast till en del kan förklaras av variabeln resändamål, ger anledning tro att så inte är fallet (enligt diskussionen i avsnitt 2.3.2).

Vid bearbetningen betraktas till en början endast modeller för två färdvägsalternativ (avsnitt 4.6.2). Sådana modeller är betydligt enklare att kalibrera och medger därigenom ett mer detaljerat studium. På grundval av dessa resultat testas därefter (avsnitt 4.6.3) ett färre antal ansatser för flervägsval. För bearbetningarna utnyttjas genomgående endast data från besöksintervjuerna, medan övriga sparas för validering.

Som mått på godheten i olika ansatser används genomgående "andelen förklarad varians" $R^2 = 1 - Q^2$, där Q^2 är det vägda medelvärdet av residualernas kvadrat (restspridningen).

4.6.2 Modeller för två färdvägsalternativ

I ett första bearbetningsskede betraktas val mellan två färdvägsalternativ, det av varje individ i första resp andra hand valda. Väg- och trafikkaraktäristika kan därvid beskrivas individuellt och ingen aggregering erfordras. Å andra sidan kan urvalet av just dessa två alternativ befaras medföra ett visst bias, såtilvida som observationerna av de två alternativens "färdmotstånd" sannolikt blir korrelerade i högre grad än i ett slumpmässigt urval. En rimlig hypotes är emellertid att detta bias i så fall främst påverkar variansen i motståndsskillnaden, inte färdmotståndets sammansättning och form (enligt avsnitt 2.3.2)

Några av de resulterande modellerna, jämte parametervärden och godhetstal (R^2 enligt ovan) beskrivs i APPENDIX 5.

För modellerna enligt APP. 5 har endast medtagits sådana variabler, vilka visade sig signifikanta med olika ansatser. Vissa variabler, t ex flöde/kapacitet och antal korsningar, uteslöts emedan de samvarierar med flera andra variabler vilka tillsammans ger en högre förklaringsgrad.

De lineära modellerna (1) och (3) i APP. 5, i probit- resp logit-form, är likartade och ger samma förklaringsgrad. Logit-ansatsen, som ger enklare parameterskattningar, användes därför för ansatserna (5) - (7). Version (2) motsvarar i logit-form den ofta använda sk kvot-modellen, med en exponent kring ca 8:

$$\Phi\left(\frac{\ln c_2 - \ln c_1}{0,091}\right) \approx \left\{1 + \exp\left[8(\ln c_2 - \ln c_1)\right]\right\}^{-1} \approx \frac{c_1^{-8}}{c_1^{-8} + c_2^{-8}}$$

Denna kvot-modell samt modell (3) här jämförs av Korner 1972 (i båda fallen med motståndsmått enligt 3, undantaget parametervärden) med liknande resultat: kvot-modellen stämmer något bättre, utom eventuellt för resor med en färdtid över 30 min. Skillnaden mellan olika funktionssamband är enligt APP. 5 dock oväsentlig jämfört med inverkan av motståndsmåttets definition (jämför modellerna 3 och 4).

Ansatzerna (5) och (6) i APP. 5 är deducerade ur resultaten avseende hur standardavvikelsen i skattningen av färdtidsdifferensen beror av färdtiden (här i stället uttryckt som färdmotstånd). En separat parameterbestämning för modellerna (1) och (2) för olika avståndsklasser visade som väntat också att standardavvikelsen (nämnaren i argumentet i formlerna) minskar (formel 1) resp ökar (formel 2) med ökande avstånd. Parametrarna i (5) och (6) har framtagits approximativt och är inte säkert optimala enligt maximum-likelihood-kriterium. Förklaringsgraden är inte desto mindre högre än för någon av modellerna (1) och (2). För modell (6) utnyttjas också det totala färdmotståndet mellan start och mål.

Ansats (7) slutligen avser en något förenklad variant av ansats (6), sådan att de svårbestämbara variablerna "antal stopp" och "stopptid" ersatts av variabeln flöde/kapacitet, räknad med max.värdet mellan brytpunkterna (dvs vanligen i någon korsning).

Samtliga modeller i APP. 5 uppfyller de teoretiska kraven på en väg-

valsmodell enligt avsnitt 2.3.1. För att de givna parametervärdena är meningsfulla och relativt stabila talar att koefficienterna i uppoffringsmåttet ändras relativt lite mellan olika ansatser. Modellerna avser emellertid endast två färdvägar, vilket självfallet är en stark begränsning.

4.6.3 Modeller för flera färdvägsalternativ

För evaluering av färdvägsval vid flera än två alternativ var den ursprungliga avsikten att tillämpa sk multinominal logitanalys, vilket är den naturliga utvecklingen av modellerna (3) - (7) i APP. 5. Datorprogram för sådana beräkningar kunde emellertid ej uppbringas inom projektet.

I detta andra bearbetningsskede, avseende flera alternativ, måste därför frångås beräkningar på individnivå. Ett antal valsituationer definierades, efter olika principer vid olika beräkningar enligt nedan. För varje valsituation betraktades de trafikanter, vilka som "oftast vald väg" uppgivit en färdväg som innefattade denna valsituation. Färdtiden m fl tidsberoende färdvägskaraktäristika beräknades därefter för varje alternativ i valsituationen som medelvärden för samtliga dessa trafikanter.

För att testa inverkan av antalet alternativ betraktades först endast sådana valsituationer, där två eller flera alternativ hade "gemensamma" brytpunkter (dessa brytpunkter behövde inte nödvändigt vara start resp mål för en resa). "Gemensamma" tolkades därvid med en tolerans på högst 20 % av minsta avståndet mellan brytpunkterna (i meter). Fler än två alternativ med exakt gemensamma brytpunkter förekom ej. En modell motsvarande (5) i APP. 5 ansattes. För varje par av alternativ skall gälla, om alternativen evalueras oberoende av varandra (jämför formel 11, avsnitt 2.3.2):

$$\frac{P_i}{P_j} = \frac{\exp [-c_i/s]}{\exp [-c_j/s]} = \exp [(c_j - c_i)/s]$$

För varje valsituation med n alternativ erhålls $n - 1$ observationer, vilka utnyttjas för att skatta parametrarna (koefficienterna i ut-

trycken för s resp c). Samma variabler som enligt (5) i APP. 5 förutsättes. Som resultat erhöles modellen

$$P_i = \exp(-c_i/s) / \sum_j \exp(-c_j/s) \quad (R^2 = .69)$$

$$c = t_r (1 - 0,08 k_f + 0,10 p_k + 0,09 g_c) + 0,43 l + 1,59 t_s + 0,12 n_s + 0,52 s_v$$

$$s = 0,74 + 0,013 \cdot c_{\min} \quad (\text{minuter})$$

där $c_{\min} = \min(c_i)$ och med beteckningar i övrigt enligt APP. 5. Koefficienterna i motståndsmåttet skiljer sig föga från vad som erhöles med endast två alternativ, med enskilda undantag (i gränsen för konfidensintervallet). Också uttrycket för standardavvikelsen är likartat. Tre inverkanse faktorer kan emellertid här ha uppvägt varandra: dels effekten av aggregeringen, dels effekten av fler alternativ, dels effekten av eventuell bias i urvalet.

För att testa om så var fallet genomfördes beräkningarna på analogt sätt för de av ovanstående valsituationer, som inkluderade tre eller fler alternativ (9 av 33, varav 2 med fyra alternativ, 7 med tre). För spridningsmåttet s erhöles i detta fall formen $0,84 + 0,015 \cdot c_{\min}$ ($R^2 = .60$). Modellen skiljer således hårdare mellan två alternativ med viss skillnad i färdmotstånd om ytterligare alternativ finns.

Denna hypotes har tidigare framförts och kan härmed ytterligare styrkas. Skillnaden är dock liten. Effekten av aggregering av res-tiden är större (och går i motsatt riktning), enligt vad en jämförelse med modell (5) i APP. 5 utvisar.

I det generella fallet är emellertid båda brytpunkterna sällan gemensamma, ens i ovan använda approximativa betydelse. Valet kan beskrivas som successiva val mellan två alternativ vilka efter första brytpunkten ytterligare förgrenas, dessa förgreningar sammanstrålar i olika punkter etc (en s k riktad graf).

För behandling av detta fall finns i princip tre olika förfaranden i befintliga nätutläggningsmetoder (jämför även FIGUR 2, avsnitt 2.3.1).

- A. I varje brytpunkt, eller eventuellt endast en gång (i startpunkten) definieras alla möjliga (eller "realistiska") färdvägar som vardera ett alternativ, oavsett i vilken utsträckning de skiljer sig eller sammanfaller.
- B. I varje brytpunkt definieras endast så många alternativ som antalet förgreningar från denna punkt. Dessa alternativ beskrivs fram till målpunkten med egenskaperna hos (för vart och ett) den "bästa" (i någon mening) färdvägen i varje senare förgrening. En ny valsituation definieras i varje brytpunkt.
- C. Färdmotståndet för varje länk (sträckan mellan brytpunkterna) antages ha en viss statistisk fördelning, oberoende av andra länkar. Om, för varje person som förflyttar sig genom nätet från en start- till en målpunkt, länkarna slumpmässigt tilldelas värden ur dessa fördelningar antages den resulterande fördelningen av trafikanter på olika färdvägar beskriva valet.

Ingen av ansatserna A och B, men väl C, svarar mot hypotesen (5) i avsnitt 2.3.1, avseende ett kontinuitetsvillkor för färdmotståndet. Både ansatserna A och B leder till uppenbart orimliga konsekvenser i olika avseenden, för åtminstone konstruerade situationer.

De tre metoderna A - C testades vid bearbetningen. Som färdvägsalternativ betraktades endast sådana färdvägar, vilka angivits som "bästa val" av minst tre trafikanter. Andel trafikanter på varje alternativ beräknades emellertid m h t också de "näst bästa" alternativen, om dessa någon gång utnyttjades och om de ingick i urvalet av färdvägar (viktning m h t uppgiven relativ frekvens).

Metod A, där alla färdvägsmöjligheter till målet definieras som alternativ, gav så låg förklaringsgrad ($R^2 = 0.42$) att den med säkerhet är underlägsen övriga två alternativ. Metod B gav till resultat modellen

$$p_i = e^{-(\ln c_i)/s} / \sum_j e^{-(\ln c_j)/s} \quad (R^2 = .54)$$

$$c = t_r(1-0,04 k_f + 0,18 gc) + 0,35 l + 1,09 t_s + 0,31 n_s + 0,30 sv$$

$$s = 0,106 \text{ (förutsattes konstant)}$$

Variablerna i motståndsmåttet definieras här från brytpunkt till färdmål. Färdvägar med minsta motstånd efter brytpunkten beräknades iterativt, varför resultatet inte säkert är optimalt. En ansats enligt modell (3) i APP. 5 gav sämre resultat ($R^2 = .48$). Konfidensintervallen för parametrarna är bredare än tidigare, och vidare saknas en variabel (parkering).

För metod C krävs vissa förenklade antaganden om en statistisk parameterbestämning skall vara möjlig. En metod baserad på följande hypoteser utvecklades:

1. Färdmotståndet c har på varje länk (= sträcka mellan brytpunkter) en normalfördelning med medelvärde C och standardavvikelse $s = k \cdot \sqrt{C}$, där $k =$ konstant.
2. Färdmotstånden på olika länkar är additiva och oberoende.
3. Av flera färdvägar med motstånden $C_1, C_2 \dots$ etc föredrages i av en andel $P_i = P(C_i < C_j; j \neq i)$.

För två färdvägar erhöles modell (1) i APP. 5, med den modifikationen att standardavvikelsen s är proportionell mot $\sqrt{c_1 + c_2}$ och ej konstant. Parameterbestämningen genomfördes med iterativ tillämpning av probit-analys. Som resultat erhöles motståndsmåttet

$$c = t_r(1 - 0,05 k_f + 0,09 p_k + 0,21 g_c) + 0,30 l + 1,22 t_s + 0,13 n_s + 0,31 s_v$$

samt konstanten $k = 0,17 (\pm 0,05$ att döma av iterationsprocessen), om c anges i enheten minuter. För R^2 erhöles 0,67, vilket får anses tillfredsställande.

Modell C syns vara den logiskt mest tillfredsställande av de här prövade, mot bakgrund av tidigare ställda krav. Största nackdel ur teoretisk synpunkt är att indelningen av nätet i länkar kommer att påverka resultatet, eftersom spridningsmåttet inte är lineärt. Alternativt testades här (på en del av materialet) den av v Falkenhausen föreslagna formen $s \sim c$, med betydligt sämre resultat ($R^2 = 0.52$)

Hittills har endast betraktats sådana färdvägar, vilka faktiskt utnyttjats av trafikanterna. Modellernas förklaringsgrad har därigenom sannolikt överskattats. I befintliga nätutläggningsmetoder finns en rad tilläggs-kriterier i avsikt att utesluta val av sådana "orimliga" färdvägar, vilka enligt valmodellen annars tilldelats trafik (typ "ett varv runt kvarteret").

Behovet av flera av dessa kriterier följer av teoretiska "svagheter" i de använda metoderna. Beaktades alla för trafikanterna relevanta aspekter i motståndsmåttet och i valmodellen, skulle inga tillägg erfordras.

Med den ovan beskrivna modell C testades några olika sådana tilläggs-kriterier, för strategiskt valda delar av nätet (olika i olika fall). Testen bestod i jämförelser mellan uppmätta och beräknade fördelningar, varvid för de senare inkluderades också ett större antal ej utnyttjade länkar och färdvägsalternativ. Följande slutsatser är möjliga (avseende modell C ovan).

- kriterier avseende största tillåtna lokala omväg, mätt i motståndsmåttet, förbättrar ej modellen i någon studerad situation.
- ett kriterium avseende maximal omväg mellan start och mål, räknat som största procentuella förlängning (% km), förbättrade resultatet något. Ett lämpligt värde kan gissningsvis ligga i intervallet 80 - 120 %, för här studerade reslängder (1 - 10 km).
- körriktningen i förhållande till målet är av större betydelse vid färdens början än vid dess slut. Effekten kan vara betydande, men torde vara svår att kvantifiera.

Också inverkan av resändamål testades, varvid särskiljdes mellan arbetsresor och övriga. Modell C enligt ovan användes. Vidare ansattes också sådana färdvägsalternativ, som ej utnyttjades men för vilka det totala färdvägs-motståndet enligt en approximativ uppskattning var mindre än färd-motståndet längs den längsta färdvägen (med motståndsmått). Inga tilläggs-kriterier utnyttjades. Resultaten visas i TAB 7 nedan, som också ger approximativa¹⁾ konfidensintervall.

1) Beräknade vid sista iterationssteget.

Koefficient i motståndsmåttet $\pm$ konfidensintervall (95 %). Restyp:				Sort
	Bostad-arbete	Övrigt	Samtliga	
t_r	(1,0)	(1,0)	(1,0)	min
kf	-0,03 $\pm$ 0,03	-0,08 $\pm$ 0,04	-0,05 $\pm$ 0,02	-
pk	0,07 $\pm$ 0,08	0,13 $\pm$ 0,08	0,10 $\pm$ 0,05	-
gc	0,17 $\pm$ 0,09	0,31 $\pm$ 0,10	0,25 $\pm$ 0,06	-
l	0,33 $\pm$ 0,11	0,40 $\pm$ 0,12	0,38 $\pm$ 0,08	km
t_s	1,29 $\pm$ 0,35	1,20 $\pm$ 0,33	1,25 $\pm$ 0,20	min
n_s	0,18 $\pm$ 0,13	0,18 $\pm$ 0,13	0,18 $\pm$ 0,09	-
sv	0,31 $\pm$ 0,32	0,40 $\pm$ 0,45	0,55 $\pm$ 0,22	-
k =	0,16	0,23	0,20	
R^2 =	0,63	0,61	0,60	

TABELL 7. Bestämda parametervärden jämte konfidensintervall, för vägvalsmodell typ C (Variabelnamn enligt APP. 6).

Giltigheten för dessa parametervärden är självfallet begränsad till studerade förhållanden (se avsnitt 3.6.3).

Skillnaderna mellan resändamålen enligt TAB 7 är knappast statistiskt signifikanta, men går i den riktning den tidigare analysen givit anledning förvänta. För arbetsresor läggs en något större vikt vid t ex restid relativt "komfort"-aspekter.

4.7 Validering av vägvalsmodell

Vid parameterbestämning för vägvalsmodellerna enligt kap. 4.6 utnyttjades endast data från de 691 besöksintervjuerna, medan data från de 830 postenkäterna sparades. Avsikten härmed var att testa i vad mån det speciella urvalet av start- och målområden i materialet påverkat resultatet.

En sådan validering har givetvis begränsat värde, ur i varje fall statistisk synpunkt. Antalet betraktade områdeskombinationer är mycket litet (6) och avser endast en tätort (Malmö) samt endast re-

sor från bostaden. En mer omfattande validering var emellertid orealistisk under omständigheterna.

Postenkäten avsåg i huvudsak resor till Malmö centrum, oavsett resändamål (som efterfrågades), en mindre del (12 %) resor till en arbetsplats. Den oftast och den närmast oftast valda vägen angavs, jämte absolut och relativ frekvens varmed dessa vägar utnyttjades (i beskrivna kategorier). Härur uppskattades resfrekvensen längs varje av någon person någon gång utnyttjad färdväg, efter viktning m h t individuella resfrekvenser (ett eller två alternativ per person). Dessa tal betraktas som referensvärden för antalet resor per tidsenhet längs en viss färdväg.

Väg- och trafikkaraktäristika framtoogs för varje färdväg som tidigare beskrivits, på grundval av bl a restidsmätningarna. För resorna från varje enkätområde definierades start- och målpunkter, som första brytpunkt från bostaden resp som infartspunkt till det definierade målområdet. Två - sex sådana kombinationer av start - mål kombinationer erhöles per enkätområde, beroende på dettas utsträckning och läge i förhållande till målområdet. Totalt fanns 26 kombinationer, med 2 - 9 färdvägsalternativ i varje. Inga alternativ uteslöts p g a låg utnyttjandefrekvens. Inte heller inkluderades några ytterligare länkar, men i några fall väl 1 - 3 ytterligare färdvägar, på utnyttjade länkar.

Personuppgifter saknades för undersökningspopulationen, vilket emellertid är av underordnad betydelse enligt avsnitt 4.3. Fördelningen på resändamål skiljer sig signifikant från motsvarande fördelning avseende alla besöksintervjuer: endast 27 % av enkätsvaren (45 % av resorna, efter viktning m h t individuella resfrekvenser) avsåg resor bostad - arbetsplats. Från denna skillnad bortsågs emellertid, och jämförelsen avser samtliga resor oavsett ändamål.

De två som B och C i avsnitt 4.6.3 betecknade metoderna för nätutläggning testades, med de enligt 4.6.3 bestämda parametervärdena. Med metod B testades därvid två olika ansatser för färdmotståndet c.

B. I varje brytpunkt väljs färväg för återstoden av färden, m h t resp färdmotstånd från brytpunkten till färdmålet.

$$P_i = \exp (-\ln c_i / s) / \sum_j (-\ln c_j / s)$$

$$B1: c = t_r (1 - 0,04 k_f + 0,18 g_c) + 0,35 l + 2,09 t_s + 0,31 n_s + \\ + 0,30 s_v$$

$$s = 0,106$$

$$B2: c = t_r + 0,47 l \quad (\text{modell 4, APP. 5})$$

$$s = 0,120$$

C. Färdmotstånden för varje länk ansätts som oberoende stokastiska variabler C med medelvärde c och standardavvikelse $s = 0,20\sqrt{c}$. Färdmotstånden antages additiva och oberoende. (Se vidare beskrivning i avsnitt 4.6.3).

$$c = t_r (1 - 0,05 k_f + 0,10 p_k + 0,25 g_c) + 0,38 l + 1,25 t_s + \\ 0,18 n_s + 0,55 s_v$$

Beräkningarna av färdvägsvalen enligt modell C genomfördes manuellt enligt formel (5) i avsnitt 2.3.2. Den generellt enklaste tekniken är emellertid simulering, med slumptalsgenerering av länkmotstånden ur givna statistiska fördelningar.

Som kriterium på anpassning mellan beräknade och uppmätta (viktade) antal resor längs olika färdvägar utnyttjades det tidigare definierade R^2 , dvs andel förklarad varians avseende frekvenser på olika färdvägar. Det bör observeras att detta mått som regel blir lägre med denna definition än om jämförelsen i stället avser trafik på länkar. För modellerna B1, B2 och C erhöles R^2 som respektive 52, 39 och 60 %.

Skillnaderna kan i första hand tolkas så att resultatet blir väsentligt bättre om också andra faktorer än restid och väglängd beaktas i färdmotståndet. Skillnaden mellan A och C härrör till större del från sådana start/mål-kombinationer där antalet utnyttjade färdvägar är stort. Inga systematiska tendenser i felen kunde spåras, och materialet torde vara för litet för att medge några ytterligare slutsatser.

4.8 Slutsatser, test av uppställda hypoteser

Det har visats att trafikanters val av färdvägar kan sägas bero huvudsakligen av dels trafikanternas värderingar av olika standardfaktorer avseende vägnätet och dess trafikförhållanden, dels trafikanternas olika skattningar av färdtider m m för möjliga färdvägar.

Variationerna i dessa skattningar, mellan olika trafikanter, kan endast till en del förklaras av mätbara persondata, som ålder, kön etc och av färdegenskaper som t ex resändamål. Variabeln resändamål har dock så stor betydelse, att användning av separata parametervärden för olika resändamål möjligen kan vara motiverad vid prognosberäkningar där en hög noggrannhet eftersträvas.

Skillnader i värderingar och skillnader i skattningar av t ex färdtid, som de här definierats, är nära förbundna och knappast möjliga att särskilja. Dessa skillnader är också i stor utsträckning ömsesidigt beroende av de valda färdvägarnas egenskaper. Det har emellertid visats att nämnda skillnader kan återföras till ett litet antal bakomliggande, oberoende och tolkningsbara faktorer.

Vägvalet är en stabil, rutinbetonad process som sällan ger anledning till omprövningar. Varje individ väljer således oftast samma väg till samma färdmål. Skillnaderna mellan individer, främst vad avser färdvägarnas skattade egenskaper, är emellertid så stora, att antalet utnyttjade färdvägar mellan två områden i en tätort kan vara stort.

Det har visats, att för att beskriva vägvalet i sådana situationer med tillfredsställande noggrannhet erfordras ett flertal olika mått på färdvägarnas egenskaper. Modeller baserade på enbart måtten färdtid och väglängd kan då ge stora och systematiska fel. Andra sådana fel i olika modeller har visats kunna följa av t ex en felaktig beskrivning av välsituationen. Denna undersökning avser emellertid ett systematiskt urval av "svåra" sådana situationer och några generella slutsatser om huruvida dessa fel är acceptabla för olika tillämpningar är inte möjliga.

Ur uppställda teoretiska krav och uppställda hypoteser avseende vägvalets beroende av olika faktorer har också härletts modeller, vilka kan anses ge en tillfredsställande beskrivning av trafikanters val av färdvägar under studerade förhållanden. Det erinras dock att dessa

förhållanden innebär starka begränsningar - t ex har inte studerats nät där kapacitetsproblem förekommer.

5. TILLÄMPNINGAR AV RESULTATEN

5.1 Trafikprognoser i samband med översiktlig planering

Nätutläggningsmomentets förhållande till övriga arbetsmoment vid genomförande av trafikprognoser i samband med översiktlig planering har diskuterats i avsnitt 2.1. De erhållna resultaten kan anses bekräfta att de skillnader i "upplevda trafikantkostnader" olika utformningar av färdvägarna medför är små i tätortsnät av dagens typ, väsentligt mindre än t ex skillnaden mellan olika färdmedel. Det traditionella förfarandet med ett oberoende nätutläggningsmoment kan därför försvaras.

Översikter över befintliga metoder för nätutläggning har tidigare publicerats (se t ex Overgaard 1966). Dessa metoder kan grovt klassificeras enligt t ex

A. Metoder som tillför en färdväg all trafik mellan två områden.

B. Metoder vilka fördelar trafik på flera färdvägar.

B1. Metoder som utnyttjar något kriterium för jämförelse mellan de alternativa färdvägarna från en brytpunkt (dvs en vägvalsmodell).

B2. S k optimeringsmetoder, vilka tillför olika länkar trafik enligt ett överordnat kriterium som t ex minimering av totala restiden i nätet.

Metoderna enligt A - B kan ytterligare uppdelas beroende på t ex hur kapacitetsrestriktioner beaktas. Som tidigare påpekats leder metoder enligt (A), av typ "kortaste väg", till systematiska och ofta stora fel. Den förenkling av problemet dessa metoder medför ger heller inga väsentliga kostnadsbesparingar. Enligt grova uppskattningar medför de snabbaste metoderna av typ B (utan kapacitetsrestriktioner) upp till dubbla datortiden för beräkningen. Detta motsvarar emellertid endast kanske ett tiotal procent av hela beräkningskostnaden för nätutläggning (Chu 1971). Kostnaderna för det manuella arbetet, t ex kodning av nätet, är som regel dominerande och påverkas föga.

Aldre metoder för fördelning av trafik mellan flera färdvägar kräver en generering av samtliga färdvägar (med vissa restriktioner) mellan ett områdespar. Trafik fördelas mellan dessa efter en viss modell för trafikantens valbeteende. En vanlig sådan modell är den som modell B betecknade i avsnitt 4.6.3 ovan. Det hävdas att dessa modeller kan förbättras märkbart och till ringa kostnad om fler aspekter än enbart färdtid (och eventuellt väglängd) används som kriterium vid fördelningen. Här framtagna resultat bör kunna vara till ledning därvidlag.

Under senare år har framkommit snabbare metoder för en sådan fördelning, utan upprepade generering av hela färdvägar. En sådan metod (Gunnarsson 1970, Dial 1971 m fl) bygger på teorin för så kallade Markovprocesser. För varje länk avgörs enligt ett rimlighetskrav om den kan ingå i en färdväg mellan två områden, varefter den tilldelas en sannolikhet att utnyttjas för en sådan färd i relation till avstånden till start- och målpunkterna ("avstånd" definierat i relation till t ex restid och väglängd). Trafikantens val i successiva brytpunkter antages oberoende av valet i andra brytpunkter. Vilken inverkan de gjorda antagandena har, främst kanske de så kallade rimlighetskraven, har inte kunnat testas i denna undersökning.

Samtliga nämnda metoder av typ B1 förutsätter en viss form av oberoende mellan successiva val i brytpunkter. Som diskuterats i avsnitten 2.3.1-2, och som åtminstone antyds av erhållna resultat, medför sådana antaganden ibland vissa icke önskvärda konsekvenser. Definitionen av alternativ blir något godtycklig, och ett antal tilläggs-kriterier i form av "största lokala omväg", förbud mot vissa svängar eller rimlighetskrav för länkar erfordras.

Kravet på oberoende, och konsekvenserna härur, bortfaller med en stokastisk modell enligt de principer som diskuterats i t ex avsnitt 4.6.3 (modell C). Nätutläggningsmetoder enligt denna princip har framtagits i England (Burrell 1969, Mason 1972). Metoderna baseras i princip på simulering: samtliga länkmotstånd bestäms i vart och ett av ett antal steg genom generering av slumpstal med viss fördelning, varefter en andel av trafiken fördelas enligt principen "minsta motstånd" vid detta steg. Noggrannhet och kostnad sammanhänger med antalet sådana steg. Chu 1971 uppger, för en mindre stad, en ca 50 - 70 % högre kostnad (totalt) än med en nätutläggning av typ "kortaste väg".

De här framtagna resultaten bör kunna vara till ledning för programmering av en sådan metod, vad avser motståndsmåttets form och statistiska fördelning. Det rekommenderades att en sådan metod utvecklas och testas, för tillämpningar där en hög noggrannhet är önskvärd.

Oavsett vilken metod som används så erfordras för noggrannare beräkningar, speciellt i nät där belastningar nära kapaciteten uppträder under delar av dygnet, att restidens beroende av flödet beaktas. För detta ändamål finns i huvudsak två metoder, vilka omnämndes i avsnitt 2.3.3: inkrementmetoden (stegvis påläggning av belastningar med justering av restider m m) och iterativa metoder. Enligt Florian 1974 ger den iterativa metoden i princip ett noggrannare resultat för i varje fall fördelning avseende hela dygnsflöden. I praktiken har använda iterativa metoder emellertid ofta visat sig tvinga fram sådana approximationer, för att konvergens skall erhållas, att nämnda fördel kan ifrågasättas.

För de s k optimeringsmetoderna (typ B2) används ettdera av följande två kriterier, enligt Wardrop 1952:

- I. Varje trafikant strävar efter att minimera sitt färdmotstånd (tid eller kostnad). Han har därvid perfekt kännedom om alla alternativ, vilket medför att färdmotstånden på alla utnyttjade färdvägar är lika vid jämvikt.
- II. Trafiken fördelar sig så att det totala trafikarbetet i nätet minimeras.

Randvillkor för optimeringen är i båda fallen trafikutbytet mellan områden, och beräkningarna blir likartade.

Hypoteserna I och II är självfallet båda felaktiga som hypoteser för trafikantbeteendet. Det är av visst intresse att det trafikarbete för ett nät som ges av dessa modeller tycks ligga på ömse sidor om det verkliga (Taylor 1968 m fl).

Utvecklingen av matematiska metoder för att lösa det uppställda optimeringsproblemet effektivt har under senare år varit mycket snabb (Dafermos 1971, Leventhal 1973, Thulin 1973 m fl). För en översikt se t ex Florian 1974. Mest effektiv f n (1974) torde vara en algoritm

föreslagen av Leventhal, som ej kräver generering av alla färdvägar och som därför kan handha även mycket stora nät.

Beräkningskostnaderna för metoder av denna typ torde komma att understiga kostnaderna för beräkning med de mer noggranna metoderna av typ B1 ovan. Det är dock knappast sannolikt att en högre noggrannhet kan uppnås. Exempelvis torde metoderna knappast inom överskådlig tid kunna beakta fördröjningar för olika strömmar i korsningar.

Oavsett vilken metod som används för nätutläggning bör, då hög noggrannhet önskas, beaktas följande aspekter vilka klart framgått av erhållna resultat

- ett mått på färdmotståndet bör förutom restid och väglängd också beakta olika kvalitativa aspekter
- en noggrann bestämning av restiden erfordras. Metoder för successiv justering av restider m h t flödet är mindre meningsfulla om inte fördröjningar i korsningar beaktas. Helst bör varje körriktning i en korsning kodas som en separat länk
- områdesindelning och placering av startpunkter för nätutläggningen är av betydelse.

5.2 Trafikprognoser för detaljplanering

De slutsatser som ovan framförts avseende noggranna nätutläggningsmetoder för översiktsprognoser är tillämpliga i än högre grad för prognoser på kortare sikt och med krav på större detaljeringsgrad.

Det torde således i allmänhet vara nödvändigt att beskriva nätet med länkar för enskilda trafikströmmar i korsningar och med realistiska modeller för beräkning av färdtid och fördröjning. I kapitel 3.4 har beskrivits och testats några sådana modeller, som säkert kan förbättras ytterligare.

Ytterligare en dimension som tillkommer är flödets detaljerade tidsvariationer under främst max.timmarna. Stillastående köer av även relativt kort varaktighet (5 - 10 min) är av stor betydelse för trafikantkostnaderna och bör om möjligt kunna förutsägas.

Homburger 1969 beskriver en metod för dynamisk allokering av trafik till ett mindre nät, med hänsyn till dels efterfrågans tidsvariationer, dels nätets förmåga att avveckla trafiken. Ingångsdata är en serie resmatriser, en för t ex varje 10-min-period under max-timmen, samt en detaljerad nätbeskrivning. Alternativa vägvalsmöjligheter beaktas ej, men restiderna uppdateras efter varje tidsperiod. Yagar 1971 utvecklar denna modell ytterligare, genom att beakta köbildnings- och köavvecklingsförloppet i korsningar där efterfrågan överstiger kapaciteten.

Nämnda metoder bör kunna förbättras ytterligare, genom att en vägvalsmodell inkluderas. En sådan metod bör då kunna bli av väsentligt värde vid planering av t ex trafikregleringsåtgärder.

5.3 Dimensionering

Vid sådan översiktlig dimensionering av trafikanläggningar, då vare sig anläggningens exakta lokalisering eller utformning är given, erfordras en serie trafikprognoser för olika alternativ och olika framtida tidpunkter. En trafikfördelningsmodell av någon av de typer som beskrivits under 5.1 ovan är då tillämplig. För beräkningar vid given lokalisering och avseende tätorter bör lämpa sig den under 5.2 skisserade metoden, när investeringarnas storlek motiverar noggranna beräkningar (t ex dimensionering av stadsmotorvägar eller större trafikplatser).

Vid detaljdimensionering bör de enligt kap 4 erhållna resultaten kunna vara till viss ledning, för bedömning av trafikantkostnaderna med olika utformningsalternativ. Det har således kunnat konstateras att bilisternas val av färdväg till en del bestäms av deras värderingar av olika standardfaktorer, och t ex att ett trafikantkostnadsmått också bör beakta aspekter som "körkomfort". Framtagna resultat illustrerar dessa värderingar, samt deras variationer mellan olika individer.

LITTERATURFÖRTECKNING

- Abraham, C
Coquand, R
La repartition du traffic entre itinéraires concurrent. Revenne General des Routes et des Aerodromes 1961
- Anderson, T
An introduction to multivariate statistical analysis. Wiley, New York 1958
- Andersson, U
Bengtsson, BI
Norrthon, J
Stigenhag, K
Bilisters vägval i tätorter II. Examensarbete LTH 1971
- Bartlett, M
The statistical significance of canonical correlations. Biometrika Vol 32 pp 29-38 1941
- Beilner, H
Jacobs, F
Probabilistic aspects of traffic assignment. Proceedings 5th International Symposium on the Theory of Traffic Flow and Transportation, Berkeley 1971
- Beenshof, J
Characteristics of drivers route selection behaviour. Traffic Engineering & Control Vol II No 12 1970
- Brown, R
Expressway route selection and vehicular usage. Highway Research Board Bulletin 16 1948
- Burman, A
Johansson, F
Vägvalsundersökning i Göteborg. Bilisternas val av färdväg över Göta Älv. Examensarbete CTH 1967
- Burrell, J
Multiple route assignment and its applications to capacity restraint. Proceedings 4th International Symposium on the Theory of Traffic Flow, Karlsruhe 1968
- Campbell, E
Mc Carger, R
Objective and subjective correlates of expressway use. Highway Research Board Bulletin 119 1956
- Chu, C
A review of the Development and theoretical concepts of traffic assignment techniques and their practical applications to an urban road network. Traffic Engineering & Control Vol 13 No 4 1971
- Dafermos, S
The traffic assignment problem for multi-class user transportation networks. Transportation Science Vol 6 No 1 1972

- Dalborg, B
Walldén, M Bilisters vägval - en studie i Västerås.
BFR Rapport R 13:1972
- Dial, R A probabilistic multipath traffic assignment
model with obviates path enumeration. Tran-
sportation Research Vol 5 No 2 1971
- Douhan, A
Ringström, T Bilisters vägval i tätorter I. Examensarbete
LTH 1970
- v Falkenhausen, H Ein Stochastisches Modell zur verkehrsumlegung.
Dissertation TH Darmstadt 1966
- Finney, D Probit analysis. Cambridge University Press
1971
- Florian, M
Nguyen, S A new look at some old problems in transporta-
tion planning. PTRC Annual Meeting, Warwick
1974
- de Geer, V Introduction to multivariate analysis for the
social sciences. W H Freeman & Co, San Fransisco
1971
- Golob, T Attitudinal models. Highway Research Board
Special Report 143 1973
- Golob, T
Canty, E
Gustafson, R
Vitt, J An analysis of consumer preferences for a pub-
lic transportation system. Transportation Re-
search Vol 6 1972
- Gunnarsson, O Trafikflödesberäkningar - ett databehandlings-
problem. SVF Tidskrift Vol 47 No 4 1960
- Gunnarsson, O Studies in traffic prediction for urban areas.
III: An algorithm for multi-path traffic assign-
ment. CTH Inst f Stadsbyggnad Medd 12 1970
- Harman, H Modern factor analysis. Chicago University Press
1960
- Harrison, A A review of two attitude-behaviour models.
Traffic Engineering & Control Vol 13 No 4 1971
- Kometani, E Assignment of traffic volumes to a highway
system. Proceedings 2nd International Sympo-
sium on the Theory of Road Traffic Flow,
London 1963
- Korner, J
Lindgren, B Vägvalsundersökning i Göteborg, Examensarbete
CTH 1969
- Korner, J Studier av bilisters vägval. CTH Inst för
Stadsbyggnad Medd 54 1972

- Kraft, G Demand for intercity passenger travel in the Washington - Boston corridor. US Dept of Commerce 1963
- Kretch, D
Crutchfield, R
Bellachy, E Individual in Society. Mc Graw Hill 1962
- KTH Bilisters val mellan två alternativa färdvägar. Övningsuppgift i kommunikationsteknik KTH 1964
- Lancaster, K A new approach to consumer theory. Journal of Political Economy Vol 14 pp 132-157 1966
- Leventhal, T A column generating algorithm for optimal traffic assignment. Transportation Science Vol 7 No 2 1973
- Likert, R Organization Theory. Mc Graw Hill 1962
- Luce, R
Raiffa, M Games and decisions. Wiley, N Y 1957
- Luce, R Individual choice behaviour. Wiley, N Y 1959
- Mason, P Multiflow multiple routing procedure. Traffic Engineering & Control Vol 14 No 6 1972
- Mayberry, J Structural requirements for abstract-mode models of passenger transportation. Ur: The demand for travel, theory and measurement. Heath Lexington Books 1970
- Michaels, R Attitudes of drivers determine choice between alternate highways. Public Roads Vol 33 No 11 1965
- Moskowitz, K California method of assigning diverted traffic to proposed freeways. Highway Research Board Bulletin 130 1956
- Mottlau, H Valg af vej. Thesis DTH (ej publ.) 1963
- Osgood, C The measurement of meaning. Univ. of Illinois 1957
- Overgaard, K Traffic estimation in urban transportation planning. DTH Report 34 1966
- Quandt, R
Baumol, W The demand for abstract transport modes: theory and measurement. Journal of Regional Science Vol 6 pp 13-25 1966
- Quandt, R Estimating modal split. Transportation Research Vol 2 No 1 1968

- Quarmby, D
Travel mode for the journey to work. Journal of Transport Economics and Policy Vol 3 No 4 1970
- Ratcliffe, E
A comparison of drivers route choice criteria with those used in current assignment processes. Traffic Engineering & Control Vol 13 No 11/12 1972
- Sommers, A
Expanding a non-demographic factor modal split model. Transportation Science Vol 4 No 1 1971
- Statens Vägverk
Kapacitetsutredning. Litteraturstudier och analys. Statens Vägverk TV:118 1974
- Steierwald, G
Scholtz, G
Haupt, D
Probleme der Verkehrsumlegung. Strasse und Autobahn Vol 14 No 12 1963
- Taflin, L
Wahlborg, S
Motortrafikanternas val av väg vid två alternativa vägsträckningar. SVF Tidskrift Vol 69 No 10 1962
- Tagliacozzo, F
Assignment models and urban path selection criteria. Transportation Research Vol 7 No 3 1973
- Taylor, W
Optimization of traffic flow splits. Highway Research Record 230 1968
- Thulin, K
Sanathanan, C
A non-linear time dependent approach to mode- and route-split. Transportation Research Vol 7 No 2 1973
- Thurstone, L
Chave, E
The measurement of attitudes. Chicago University Press 1929
- Torgerson, W
Theory and methods of scaling. Wiley, N Y 1958
- Trueblood, D
Effect of travel time and distance on freeway usage. Highway Research Board Bulletin 61 1952
- Ueberschauer, M
Die Aufteilung der Verkehrsströme auf verschiedene Fahrtwege (Routen) in Stadtstrassennetzen aufgrund der Strassen- und Verkehrsbedingungen beim morgendlichen Berufspendelverkehr. Strassenbau und Strassenverkehrstechnik Heft 85 1969
- Wachs, R
Relationships between drivers attitudes toward alternative routes and driver and route characteristics. Highway Research Record 197 1967
- Wardrop, J
Some theoretical aspects of road traffic research. Proceedings Inst. of Civil Eng. Part II Vol 1 1952

Warner, F

Stochastic choice of mode in urban travel:
a study in binary choice. Northwestern Uni-
versity Press 1962

Yagar, S

A study of the travel patterns in a corridor
with reference to the assignment principles
of Wardrop. Proceedings 5th International
Symposium on the Theory of Traffic Flow and
Transportation, Berkely 1971

INT
CNR
NR

K=1
AL=2
AR=3
Ö=4

--	--

4-3-2-1

--	--	--	--

Vilken är nuvarande arbetsplats?

Hur ofta kör Ni (själv) bil till arbetet, om Ni ser till det senaste halvåret? Markera det alternativ Ni tycker passar bäst, men bara ett.

☐
☐
☐
☐

Nästan
dagligen

En eller ett
par gånger i
veckan

En eller ett
par gånger i
månaden

Mindre än en
gång i månaden

Hur ofta (ungefär) brukar Ni köra hemifrån när Ni kör bil arbetet på morgonen, och när Ni inte uträttar några ärenden på vägen dit?

Klockslag:

Var vid arbetsplatsen brukar Ni parkera bilen?
Gata eller annan beskrivning:

Beskriv, t.ex. genom att ange gatunamnen, den väg Ni oftast väljer när Ni kör bil till arbetet på morgonen, förutsatt att Ni inte uträttar några ärenden på vägen dit. Om Ni inte vet gatunamnen, beskriv några platser Ni passerar på vägen och speciellt var Ni viker av.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Denna färdväg kallas i fortsättningen VÄG 1)

6. Det brukar vara svårt att förklara varför man väljer en viss väg hellre än andra tänkbara vägar, men kanske kan man ange om en viss faktor som t.ex. restiden har stor eller liten inverkan på valet. Vi har här räknat upp fjorton sådana faktorer. För varje faktor finns olika svarsalternativ, numrerade från 0 till 4. Markera för varje faktor hur stor betydelse Ni anser den ha för att Ni oftast väljer VÄG 1 till arbetet, genom att kryssa för ett av alternativen 4 (stor betydelse), 3, 2, 1 eller 0 (ingen betydelse alls).

Jag väljer hellre VÄG 1 än andra vägar därför att den innebär:	Stor betydelse		Ingen betydelse alls		
	4	3	2	1	0

- | | | | | | | |
|----|---|--|--|--|--|--|
| a. | Mindre risk att råka ut för en trafikolycka. | | | | | |
| b. | Mindre tät trafik (bilköer). | | | | | |
| c. | Kortare väglängd, i km räknat. | | | | | |
| d. | Mindre antal svängar. | | | | | |
| e. | Kortare tid att köra. | | | | | |
| f. | Rakare väg, man ser längre framåt. | | | | | |
| g. | Mindre väntetider i korsningar. | | | | | |
| h. | Att man kan köra mer avslappnat. | | | | | |
| i. | Att man inte behöver stanna så ofta. | | | | | |
| j. | Bredare gator. | | | | | |
| k. | Mindre risk att köra fel väg. | | | | | |
| l. | Färre cyklistar eller korsande fotgängare | | | | | |
| m. | Färre trafiksignaler. | | | | | |
| n. | Färre störningar vid vädkanten, som parkerade bilar och utfarter. | | | | | |

7. Hur lång tid skulle Ni säga det tar att köra VÄG 1, vid den tidpunkt Ni brukar köra hemifrån till arbetet? (Räkna den tid Ni sitter i bilen) Antal minuter:

8. Hur lång uppskattar Ni VÄG 1 vara, räknat i hela och halva kilometer? Antal km:

9. Har Ni någon gång, säg under det senaste halvåret, kört någon annan väg än VÄG 1 hemifrån till arbetet, fortfarande förutsatt att Ni inte utträttat andra ärenden på vägen?

Kryssa för ett alternativ: Ja ☐ Nej ☐

2-1

(FRÅGORNA 10-12 BESVARAS ENDAST VID "JA" PÅ FRÅGA 9)

10. Beskriv, t.ex. genom att ange gatunamnen, den väg Ni näst VÄG 1 oftast väljer hemifrån till arbetet på morgonen, förutsatt att Ni inte utträttat andra ärenden på vägen.

.....
.....
.....

(Denna färdväg kallas i fortsättningen VÄG 2)

11. Hur ofta skulle Ni uppskatta att Ni kör VÄG 2 istället för VÄG 1 till arbetet, räknat i genomsnitt över det senaste halvåret? Markera det alternativ Ni tycker passar bäst:

- ☐ Nästan lika ofta som VÄG 1
☐ Mer sällan, men mer än, säg, en gång på 10
☐ Mycket sällan, mindre än en gång på 10

3

2

1

12. Om Ni tänker efter vid vilka tillfällen Ni kör VÄG 2 i-
stället för VÄG 1, vilket tror Ni är den vanligaste anled-
ningen till att Ni väljer den andra vägen (dvs VÄG 2). Ange
bara ett alternativ.

Kör till arbetet vid en annan tidpunkt, med andra
trafikförhållanden. ☐

1

Finns mer trafik än vanligt på VÄG 1. ☐

2

Trafiksignal visar rätt ljus åt det håll jag
annars kör. ☐

3

Jag har mer (eller mindre) bråttom än annars. ☐

4

Siktförhållandena eller väglaget är
annorlunda. ☐

5

Mest för omväxling, ingen särskild anledning. ☐

6

Annan anledning, nämligen..... ☐

7

13. (BESVARAS ENDAST VID "NEJ" PÅ FRÅGA 9)

Ni kanske kan tänka Er köra en annan väg än VÄG 1. Beskriv,
t.ex. genom att ange gatunamnen, den väg Ni då helst skul-
le välja (dvs näst VÄG 1) för att köra hemifrån till ar-
betet.

.....
.....
.....

(Denna färdväg kallas i fortsättningen VÄG 2)

□ □ □
□ □ □
□ □ □
□

14. Anser Ni VÄG 1 (dvs den Ni oftast kör) vara kortare eller längre, i meter räknat, än VÄG 2?

☐ VÄG 1 kortare ☐ VÄG 2 kortare ☐ Lika

1-2-0

Hur mycket kortare?, ...

km

15. Anser Ni VÄG 1 ta kortare eller längre tid att köra än VÄG 2?

☐ VÄG 1 kortare tid ☐ VÄG 2 kortare tid ☐ Lika

1-2-0

Hur mycket kortare tid?,

min.

16. Vi har här räknat upp elva andra faktorer. Ange för varje faktor, i tur och ordning, om Ni anser VÄG 1 vara mycket bättre, något bättre, lika bra, något sämre eller mycket sämre än VÄG 2 med hänsyn till denna faktor och endast denna.

Med avseende på:

...är VÄG 1, i förhållande till VÄG 2

Mycket bättre Något bättre Lika bra Något sämre Mycket sämre

4-3-2-1-0

- a. Antalet gånger man behöver stanna.
- b. Antalet gånger man behöver svänga
- c. Hur mycket av vägen framför man ser
- d. Risken att köra fel väg
- e. Risken att råka ut för en trafikolycka
- f. Trafiktätheten (bilköer)
- g. Väntetiden i korsningar
- h. Störningar i form av parkerade bilar, utfarter o.dyl.
- i. Störningar i form av cyklister, och korsande fotgängare
- j. Bredare gator
- k. Möjligheten att kunna köra avslappnat

17. Sedan följer tre mer allmänna frågor om några aktuella problem i trafikplaneringen i våra städer.

a. En tendens idag är att man, t.ex. i nya bostadsområden, bygger gator som innebär längre körvägar för bilisterna, t.ex. av typ säckgator. Också gångavstånden till parkeringsplatserna blir därigenom ofta längre. Vinsten är något färre trafikolyckor, i varje fall inom områdena. Anser Ni detta sätt att bygga vara riktigt? Markera ett alternativ.

Ja, absolut	Ja, för det mesta	Endast ibland	Nej, som regel inte	Vet ej, ingen åsikt
☐	☐	☐	☐	☐

b. En annan tendens är att man bygger s.k. ringleder med högre standard och färre korsningar. Körhastighet och körbekvämlighet blir därigenom högre. I gengäld får man oftast längre körvägar, så att restiden totalt blir densamma eller t.o.m. något längre. Alternativet är att förbättra befintliga gator. Anser Ni dessa s.k. ringleder motiverade?

Ja, absolut	Ja, för det mesta	Endast i vissa fall	Nej, som regel inte	Vet ej, ingen åsikt
☐	☐	☐	☐	☐

c. En tredje tendens är att hindra privat biltrafik i centrala stadsdelar, t.ex. genom avstängning av vissa gator som i Lunds centrum. Syftet är att förbättra miljön i dessa stadsdelar. Anser Ni sådana åtgärder motiverade?

Ja, absolut	Ja, för det mesta	Endast i vissa fall	Nej, som regel inte	Vet ej, ingen åsikt
☐	☐	☐	☐	☐

18. Till sist vill vi gärna också ha vissa personuppgifter, mest för att veta om de personer vi intervjuar utgör ett tvärsnitt av stadens befolkning.

a. M=1
K=2

b. Alder: markera rätt alternativ.

18-30 år	31-40 år	41-50 år	51-60 år	61 år eller mer
☐	☐	☐	☐	☐

1-5

c. Hur många (hemmaboende) personer ingår i Er familj?
Antal personer (inkl. Er själv):

1-9

Vilket eller vilka av följande alternativ passar in bäst på Er?

☐ Förvädrvsarbetar på heltid

1

☐ -"- deltid

2

☐ Studerande

3

☐ Hemmafru eller hemmaman

4

☐ Alders- eller sjukpensionär

5

☐ Annat, nämligen:.....

0

d. Hur många mil kör Ni personligen om året (säg under 1972) med den bil Ni disponerar? Markera rätt alternativ.

Mindre än				Mer än
200 mil/år	200-800	800-1400	1400-2000	2000 mil/år
☐	☐	☐	☐	☐

1-5

TACK FÖR EDER MEDVERKAN !

Datum.....

Signatur.....

Urval för intervjuundersökning

Ort	Områdeskombination		Restyp ¹⁾	Antal bearb. intervjuer	
	Startområde	Målområde		Besök	Postenkät
Malmö	Fosie (1)	Kockums (A)	1	49	58
"	Rosengård (2)	"	1	41	-
"	Augustenborg (3)	"	1	50	-
"	Ellstorp (4)	"	1	-	42
"	Söderkulla (5)	Centrum (S-tull,B)	2	59	-
"	Almhög (6)	"	2	50	-
"	Solbacken (7)	Gamla staden (C)	2	-	194
"	Askängen (8)	"	2	-	149
"	Bergdala (9)	"	2	-	167
"	Oxie (10)	"	2	-	220
"	Nydala (11)	Kronprinsen (D)	3	50	-
"	Pild.staden (12)	Wessels (E)	3	48	-
Lund	N. Fäladen (1)	Alfa Laval (A)	1	58	-
"	Lund Öster (2)	"	1	50	-
"	N. Fäladen (1)	A & R (B)	1	41	-
"	Lund Öster (2)	"	1	40	-
"	N. Fäladen (3)	Centrum (Ö-tull,C)	2	50	-
"	Östra Torn (4)	"	2	55	-
"	Klostergården (5)	Lasarettet (D)	3	50	-
				691	830

- 1) Beteckning: 1 = resor bostad - arbetsplats
 2 = resor till stadscentrum
 3 = resor med andra mål

Beskrivning av intervjupopulationen

Sammanställning av bakgrundsuppgifter för 691 intervjuade personer
(besöksintervjuer)

	<u>Män</u>	<u>Kvinnor</u>				
Kön	87	13	(%)			
	<u>18-30</u>	<u>31-40</u>	<u>41-50</u>	<u>51-60</u>	<u>> 61</u>	
Ålder	30	28	20	16	6 (%)	
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>> 4</u>	
Pers./hushåll	12	28	29	24	7 (%)	
	<u>Heltids-</u> <u>arbetande</u>	<u>Deltids-</u> <u>arbetande</u>	<u>Stud</u>	<u>Hemma-</u> <u>varande</u>	<u>Pensio-</u> <u>när</u>	<u>Övr</u>
Sysselsättning	89	4	3	2	1	1 (%)
	<u>200 mil</u>	<u>2-800</u>	<u>8-1400</u>	<u>1400-2000</u>	<u>> 2000</u>	
Årlig körsträcka	1	14	40	31	14	(%)
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>Okänt</u>			
Utbildning ¹⁾	34	51	15	(%)		

1) Mycket grov beskrivning, ungefär enligt:

1 = tjänstemän eller pers. med akademisk utbildning

2 = koll. anställda eller pers. utan akademisk utbildning

Beskrivning av kodade länkar

Sammanställning av uppgifter för 227 kodade länkar (Malmö och Lund)

<u>Variabel</u>	<u>Medelvärde (ej viktat)</u>	<u>Max.värde för länkar</u>	<u>Min.värde för länkar</u>
Längd (km)	0,39	3,80	0,06
Körtid (min) ¹⁾	0,56	1,53	0,10
Stopptid (min) ¹⁾²⁾	0,16	0,55	0,03
Ant. stopp ¹⁾²⁾³⁾	0,51	1,00	0,00
Flöde (f/VMD)	6.500	18.500	100
Hastighetsgräns	50,2	90	30
Körbanelbredd (m) ⁴⁾	9,4	23	5
Parkering (%) ⁵⁾	8,2	100	0
Korsningar/km ⁶⁾	14,1	27,3	0
Enkelriktning (0,1)	0,03	1	0
Gångtrafikflöde (0-3) ⁷⁾	1,5	3	0
Cykel " (0-3) ⁸⁾	1,3	3	0
Vinkeländring (o/km) ⁹⁾	8	420	0

1) Vid flöde = $0,1 \times \text{VMD}$. Endast länkar utnyttjade för resor av typ 1 är inräknade. Stillastående tid inräknas ej i körtiden.

2) Avser trafikströmmar i tillfarter med signaler, stopp, el väjningsplikt.

3) Eg. sannolikhet för stopp (maximalt 1,0).

4) Skattad i intervall 4 - 6 m etc (båda riktningar)

5) % kantstensparkering i en riktning

6) Antal väjningspliktiga tillfarter i korsningar samt andra utfarter (fyrvägskorsning = 2 tillfarter)

7) Skattat enligt 0 = förbjudet, 1 = obetydligt etc

8) Medlöpande cykeltrafikflöde, enligt 0 = förbjudet, 1 = obetydligt etc.

9) T ex två 90^0 -kurvor = 180, oavsett samma eller olika riktningar.

Modeller för val mellan två färdvägar

<u>Funktionssamband</u>	<u>Motståndsmått</u>	<u>R²</u>
1. $P_1 = \Phi \left(\frac{c_2 - c_1}{2,25} \right)$	$c = t_r(1 - 0,08 \text{ kf} + 0,13 \text{ pk} + 0,28 \text{ gc}) +$ $+ 0,37 \text{ l} + 1,02 \text{ t}_s + 0,23 \text{ n}_s + 0,49 \text{ sv}$	.55
2. $P_1 = \Phi \left(\frac{\ln c_2 - \ln c_1}{0,09} \right)$	$c = t_r(1 - 0,05 \text{ kf} + 0,09 \text{ pk} + 0,19 \text{ gc}) +$ $+ 0,32 \text{ l} + 1,41 \text{ t}_s + 0,15 \text{ n}_s + 0,31 \text{ sv}$	.60
3. $P_1 = \frac{1}{1 + e^{0,65 \cdot (c_1 - c_2)}}$	$c = t_r(1 - 0,06 \text{ kf} + 0,10 \text{ pk} + 0,19 \text{ gc}) +$ $+ 0,35 \text{ l} + 1,39 \text{ t}_s + 0,15 \text{ n}_s + 0,42 \text{ sv}$	.55
4. $P_1 = \frac{1}{1 + e^{0,76 \cdot (c_1 - c_2)}}$	$c = t_r + 0,47 \text{ l}$	.39
5. $P_1 = \frac{1}{1 + e^{(c_1 - c_2)/s}}$ $s = 0,79 + 0,02 (c_1 + c_2)$	$c = t_r(1 - 0,005 \text{ kf} + 0,08 \text{ pk} + 0,16 \text{ gc}) +$ $+ 0,41 \text{ l} + 1,50 \text{ t}_s + 0,10 \text{ n}_s + 0,40 \text{ sv}$	.63
6. $(P_1 \text{ enl } 5)$ $s = 0,55 + 0,016(c_1 + c_2) +$ $+ 0,023 \ln(W_1 + W_2)$	$(c \text{ enl } 5)$	.65
7. $(P_1 \text{ enl } 5)$ $S = 0,076 + 0,030(c_1 + c_2)$	$c = t_r(1 - 0,06 \text{ kf} + 0,10 \text{ pk} + 0,15 \text{ gc}) +$ $+ 0,30 \text{ l} + 0,39 \text{ sv} + 2,88 \cdot (\text{bf})_{\max}$	.61

Beteckningar

W = färdmotstånd för hela färden start - mål, med definition som för c.

I övrigt se APPENDIX 6.

Definitioner av använda väg- och trafikkaraktärstika

<u>Beteckning</u>	<u>Definition</u>
c	motståndsmått, en funktion av olika väg- och trafikkaraktärstika (objektivt = konstant)
C	motståndsmått (subjektivt = stokastiskt)
t_r (min)	färddtid (körtid + stopptid)
t_k (min)	körtid
t_s (min)	stopptid
l (km)	väglängd
n_s (-)	antal stopp
k_f (-)	antal körfält (medelvärde): heltalsdelen av förhållandet mellan körbanans bredd (m) och 3,0 (m)
p_k (-)	parkering (medelvärde): andel kantstenslängd längs vilken avståndet till närmsta uppströms parkerade fordon understiger 50 m
g_c (-)	gång- och cykeltrafik (medelvärde), enligt: 0 = förbjuden, 1 = obetydlig, motsvarande perifera trafikleder, 2 = motsvarande förhållanden i halvcentrala stadsdelar, 3 = motsvarande förhållanden på centrala affärsgator
sv (-)	antal svängar i korsningar, med mer än 45°
B_m (-)	största belastningsgrad för aktuell fordonsström

Variablerna definieras som avseende hela sträckan mellan de brytpunkter vägvalsmodellen avser (som regel inte hela sträckan från start till mål).

Angivna medelvärden beräknas över ingående länkar och viktas m h t länkens längd.

